

铁路工程施工技术指南

客货共线铁路 路基工程施工技术指南

TZ 202—2008

主编单位：中铁四局集团有限公司

批准部门：铁道部经济规划研究院

施行日期：2008 年 10 月 20 日

中 国 铁 道 出 版 社

2009 年 · 北 京

铁路工程施工技术指南
客货共线铁路路基工程施工技术指南
TZ 202—2008

*

中国铁道出版社出版发行
(100054, 北京市宣武区右安门西街8号)
出版社网址: <http://www.tdpress.com>

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 850 mm×1 168 mm 1/32 印张: 5 字数: 128 千字
2008年12月第1版 2009年5月第2次印刷

统一书号: 15113·2829 定价: 24.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

发行部电话: 路(021)73170, 市(010)51873172

关于发布《客货共线铁路轨道 工程施工技术指南》等四项铁路 工程施工技术指南的通知

经规标准〔2008〕176号

各铁路局，投资、集装箱公司，各铁路公司（筹备组）：

为提高客货共线铁路工程施工技术水平，满足铁路工程建设需要，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〈2000年铁路工程建设规范、定额编制计划〉的通知》（铁建设函〔2000〕36号）、《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，经铁道部同意，铁道部经济规划研究院组织完成了《客货共线铁路轨道工程施工技术指南》（TZ 201—2008）、《客货共线铁路路基工程施工技术指南》（TZ 202—2008）、《客货共线铁路桥涵工程施工技术指南》（TZ 203—2008）和《铁路隧道工程施工技术指南》（TZ 204—2008）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，确保工程质量。

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组织中国铁道出版社出版发行。

铁道部经济规划研究院

二〇〇八年十月二十日

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，认真总结了我国铁路建设的经验和教训，以设计标准和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，突出了客货共线的技术特点。本技术指南是新建、改建标准轨距客货共线铁路（包含设计时速 200 km 路段和设计时速 160 km 及以下路段）路基施工的指导性技术文件。

本技术指南共分 12 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、特殊路基、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。另有 5 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，请及时将意见和有关资料寄交中铁四局集团有限公司技术中心（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。

本技术指南主要起草人：何贤军、张宏斌、周诗广、章国辉、郭庆智、杨家林、郭法生、徐涛、王瑛。

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	9
4.5	袋装砂井	10
4.6	塑料排水板	12
4.7	砂桩、碎石桩	13
4.8	粉体喷射搅拌桩	16
4.9	浆体喷射搅拌桩	18
4.10	高压旋喷桩	20
4.11	挤 密 桩	22
4.12	水泥粉煤灰碎石桩 (CFG 桩)	24
4.13	钢筋混凝土打 (压) 入桩	27
4.14	混凝土灌注桩	29
4.15	桩 帽	31
4.16	堆载预压	32
4.17	真空预压	33
4.18	强夯及重锤夯实	36

4.19	强夯置换	37
4.20	柱锤冲扩桩	39
4.21	土工合成材料加筋垫层	41
4.22	隔 断 层	42
4.23	岩溶注浆	43
4.24	洞穴处理	45
5	路 堤	47
5.1	一般规定	47
5.2	填 料	48
5.3	基床以下路堤填筑	51
5.4	基床底层填筑	55
5.5	基床表层填筑	57
5.6	加筋土路堤	60
5.7	路堤边坡	61
5.8	取 土	62
5.9	雨季施工	62
5.10	低温施工	63
5.11	沉降变形观测	63
6	路 堑	65
6.1	一般规定	65
6.2	路堑基床	67
6.3	半填半挖路基	68
6.4	地下水路堑	69
6.5	爆 破	69
6.6	弃 土	71
7	过 渡 段	73
7.1	一般规定	73
7.2	路堤与桥台过渡段	74
7.3	路堤与横向结构物过渡段	74

7.4	路堤与路堑过渡段·····	75
7.5	其他过渡段·····	75
7.6	施工控制·····	76
8	特殊路基·····	77
8.1	软土地段路基·····	77
8.2	膨胀土（岩）路基·····	79
8.3	黄土路基·····	81
8.4	盐渍土路基·····	83
8.5	冻土路基·····	84
8.6	浸水、水库路基·····	86
8.7	滑坡地段路基·····	87
8.8	危岩、落石和崩塌与岩堆地段路基·····	89
8.9	岩溶、洞穴地段路基·····	89
8.10	风沙路基·····	90
8.11	雪害路基·····	90
9	支挡结构·····	92
9.1	一般规定·····	92
9.2	重力式挡土墙·····	93
9.3	短卸荷板式挡土墙·····	94
9.4	悬臂式和扶壁式挡土墙·····	95
9.5	锚杆挡土墙·····	95
9.6	锚定板挡土墙·····	96
9.7	加筋土挡土墙·····	97
9.8	土钉墙·····	98
9.9	抗滑桩·····	99
9.10	桩板式挡土墙·····	100
9.11	预应力锚索·····	101
10	路基防护及排水·····	104
10.1	一般规定·····	104

10.2	坡面防护·····	105
10.3	冲刷防护·····	110
10.4	路基排水·····	111
11	路基相关工程及附属设施·····	115
11.1	相关工程·····	115
11.2	附属设施·····	116
12	环境保护·····	118
12.1	一般规定·····	118
12.2	生态环境保护·····	118
12.3	噪声、振动污染防治·····	119
12.4	大气污染防治·····	119
12.5	水污染防治·····	120
12.6	固体废物污染防治·····	120
附录 A	路堤填筑工艺试验段·····	121
附录 B	路基填料分组·····	122
附录 C	岩土施工工程分级·····	126
附录 D	路基填筑土工试验及测试记录报表格式·····	128
附录 E	路基沉降观测记录表·····	135
	本技术指南用词说明·····	137
	《客货共线铁路路基工程施工技术指南》条文说明·····	138

1 总 则

1.0.1 为了统一客货共线铁路路基施工技术要求，指导施工单位正确施工，加强施工管理，保证工程施工质量，制定本技术指南。

1.0.2 本技术指南适用于设计时速 200 km 及以下的新建、改建标准轨距的客货共线铁路路基工程施工。

1.0.3 路基工程必须按照批准的设计文件施工，做好与桥、隧等工程的衔接，并及时做好防、排水工程。

1.0.4 路基工程作为土工结构物，必须严格按照工程质量标准进行施工，加强过程控制及质量检测工作，上道工序必须经检查合格并办理签证后，方可进行下道工序施工。路基工程各项工作，均应及时配套完成，并作好资料汇总，编制好竣工文件。

1.0.5 路基工程施工中，应重视对农田水利、环境保护的影响，注意节约用地，尽量少占耕地，对临时占用的土地要及时做好复垦工作。

1.0.6 路基工程应采用机械化施工，推广应用新技术、新工艺、新机具、新测试方法。

1.0.7 路基工程施工中采用的大型机械设备、测试设备以及各种原材料必须符合国家和铁道部现行有关标准及规定。

1.0.8 爆破器材在储存、保管、运输、使用等方面必须符合国家爆破安全规程的相关规定。

1.0.9 路基工后沉降经评估未达到设计要求时，严禁进入轨道工程施工工序。

1.0.10 路基工程填料作为一种建筑材料，宜优先采用集中供应，以保证填料质量。

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 修筑于路基上的电缆槽、接触网支柱基础、声屏障基础、预埋管线等工程项目，应与路基同步协调施工，并按设计要求做好防排水。

1.0.13 路基工程施工除应符合本技术指南的要求外，尚应符合国家及铁道部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 土料

天然土和岩石，包括经刨松、破碎的土、石。

2.1.2 填料

用以填筑路堤和地基换填的土料，包括经筛选或按一定要求掺和加工的土料。

2.1.3 渗水土

A、B 组填料中细粒土含量小于 10%、渗透系数大于 10^{-3} cm/s 的巨粒土、粗粒土（细砂除外）。

2.1.4 过渡段

路堤与桥台、路堤与路堑、路堤与横向构筑物、路堑与隧道等衔接处，为实现基础的刚度过渡需作特殊处理的地段。

2.1.5 改良土

通过在土中掺入砂、砾石、碎石或石灰、水泥、粉煤灰等物理或化学材料以改善其特性的混合料。

2.1.6 路基工后沉降

有砟轨道基础设施竣工、铺轨工程（包括铺轨）开始时的沉降量与最终形成的总沉降量之差；无砟轨道在铺轨工程完成以后基础设施产生的沉降量。

2.2 符 号

D_{15} ——相邻填层中，较粗一层土的颗粒粒径（mm），小于该粒径的质量占总质量的 15%

- d_{85} ——相邻填层中，较细一层土的颗粒粒径（mm），小于该粒径的质量占总质量的 85%
- K ——压实系数
- K_{30} ——地基系数
- n ——孔隙率
- 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

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，并结合施工调查核对设计文件，作好核对记录。

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 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 办理临时用地手续、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，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。边桩应根据贯通后的中线、高程测设，并做好原地面的高程复测工作，在地形、地质变化处应加测

横断面。

3 线路控制桩和路基中线、高程测量误差应符合现行铁路工程测量的有关规定，测量工作必须贯彻复核制度。对主要的中线控制桩应设置护桩并作好记录。

3.0.5 施工前，应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，经审查签认后方可使用。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、工期要求和资源情况编写工程施工组织设计，并确定施工方案。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通过的最大荷载确定，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，试验室应经认证合格，检测仪器设备应满足质量检测项目的要求。

3.0.10 路基工程施工应根据需要配备路基变形观测仪器和人员。

3.0.11 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填筑试验，以确定机械设备组合、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。试验段施工应符合附录 A 的要求。

3.0.12 路基工程开工前，必须办理开工报告。

3.0.13 路基工程施工前应作好施工人员的技术培训，建立质量管理体系和施工质量检验制度。

4 地基处理

4.1 一般规定

4.1.1 施工前应熟悉施工图及有关工程地质、水文地质资料，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，并按相关规定进行验收。

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、腐殖土，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。

4.1.6 施工中应做好现场的监控测量工作，及时收集、整理、分析数据，指导施工。

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，并将原地面积水排干。地基范围内的地下水出露处应严格按设计要求处理。

4.2.2 原地面坡度陡于 1:5 时,应自上而下挖台阶,台阶宽度应符合设计要求。当基岩面上的覆盖层较薄时,宜先清除覆盖层再挖台阶。

4.2.3 原地面为松软表土及腐殖土时,应清除干净。

4.2.4 原地面表层为松散土层时,应将松土翻挖,分层回填压实,质量应符合设计要求,基底应平整、密实。

4.2.5 对于低路堤,特别是高度小于基床厚度的路堤,应按设计要求进行处理。

4.3 换 填

4.3.1 当换填采用机械挖除时,应预留厚度 30 ~ 50 cm 的底层土由人工清理。

4.3.2 挖除需换填的土层,并将底部整平。当底部起伏较大时,可设置台阶或缓坡,并按先深后浅的顺序进行换填施工。

4.3.3 回填前,应排除积水,防止地表水流入,以保证正常施工和避免边坡遭受冲刷。

4.3.4 换填部位开挖完成后应及时回填。填料应符合所处路基部位的设计要求,填筑应分层进行并达到相应的压实标准。

4.3.5 换填完成后,应立即进行下道工序施工,以防雨水浸入地基。

4.3.6 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、深度及地质条件进行核实,并按验标要求进行检验。

2 冻土地基基底换填时,开挖后应做好边坡保温和加固工作。

3 所用填料及压实标准应符合本技术指南第 5.2 ~ 第 5.5 节的有关规定。

4 换填地基顶面应有横向排水坡度，其施工允许偏差应按表 4.3.6 的要求控制。

表 4.3.6 换填地基顶面施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	高程	$\pm 50 \text{ mm}$
2	中线至边缘距离	$\pm 50 \text{ mm}$
3	宽度	不小于设计值
4	横坡	$\pm 0.5\%$
5	平整度	填土 50 mm，填石 100 mm

4.4 砂、碎石垫层

4.4.1 砂、碎石垫层施工前应进行基底清理、整平，并按设计要求作好基底碾压及路拱。

4.4.2 砂垫层应采用中、粗、砾砂，不含草根、垃圾等有机杂物，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 碎石垫层应采用质地坚硬、不易风化且级配良好的砾石或碎石，其最大粒径不得大于 50 mm，含泥量不得大于 5%，且不含草根、垃圾等有机杂物。

4.4.4 砂、碎石垫层施工应分层填筑，采用机械压实。其分层厚度、压实遍数及含水率等，应根据施工方法和施工机具通过现场试验确定。

4.4.5 砂、碎石垫层填筑完成后必须及时施工两侧干砌片石护坡，并同时做好反滤层。

4.4.6 施工控制

1 砂、碎石垫层的压实质量应符合设计要求。

2 砂、碎石垫层设置应符合设计要求。施工允许偏差应按表 4.4.6 的要求控制。

表 4.4.6 砂、碎石垫层施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	顶面高程	$+50$ -20 mm
2	中线至边缘距离	± 50 mm
3	宽度	不小于设计值
4	横坡	$\pm 0.5\%$
5	平整度	50 mm
6	垫层厚度	不小于设计值

4.5 袋装砂井

4.5.1 施工准备

1 砂袋原材料的技术指标应符合设计要求。砂料应采用渗水率较高的中、粗砂，含泥量不得大于3%，并应保持干燥。

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、腐殖土等全部挖除。

3 在路基范围内应按设计要求填筑路拱，碾压密实，其上按设计填筑砂垫层。

4 砂袋进场及装砂后应妥善存放，禁止长时间在阳光下暴晒，以免砂袋老化。

4.5.2 袋装砂井施工

1 袋装砂井打设机具按设计桩位就位。

2 用振动贯入法、锤击打入法或静力压入法将成孔套管沉入土中，直至设计深度。

3 将整根砂袋吊起，下端放入套管口，徐徐下放至设计深度。

4 连续缓慢提升套管，直至拔离地面。砂井孔口周围由于拔管带出的泥土要及时清除，并用砂回填密实。

5 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。

6 袋装砂井施工流程如图 4.5.2 所示。

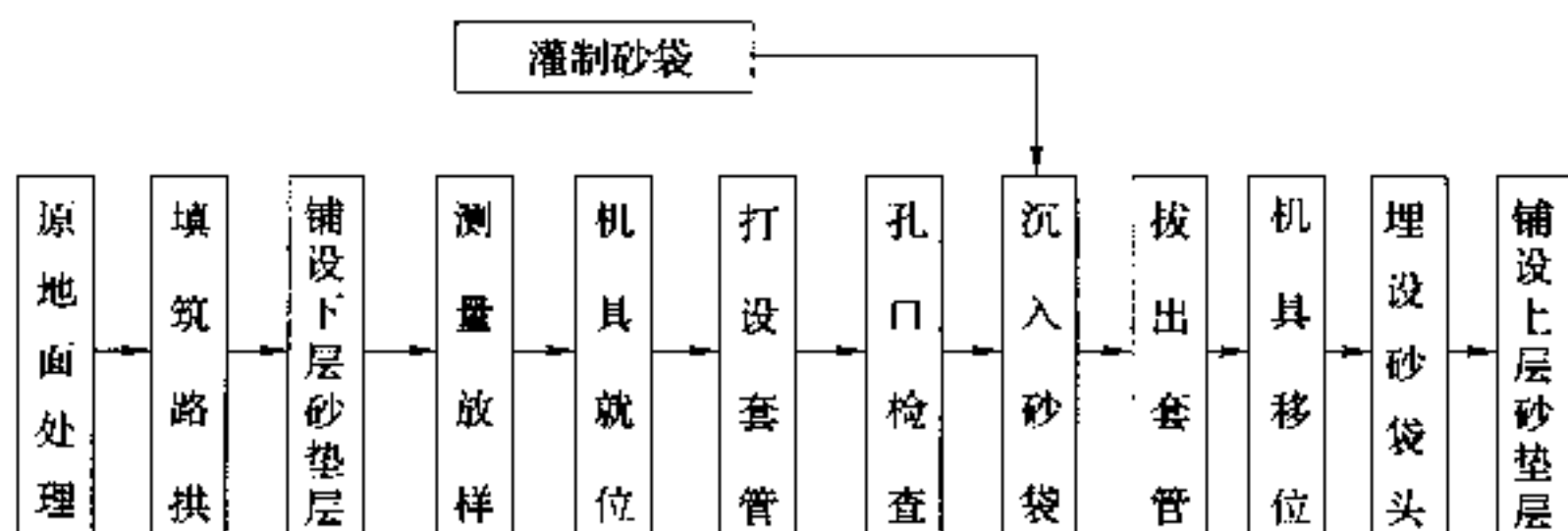


图 4.5.2 袋装砂井施工流程图

4.5.3 施工控制

1 应按规定作好砂的质量检测，抽查砂袋的物理力学性能指标和缝制尺寸。

2 袋装砂井打设机具导轨应垂直，钢套管不得弯曲，沉管时应用吊锤控制垂直度。

3 施工所用钢套管的内径宜略大于砂井直径，以免拔套管时带出砂袋。

4 套管上应划出控制标高的刻划线，以保证砂袋打入深度符合设计要求。拔钢套管时，应注意垂直起吊，以防带出或磨损砂袋。当拔套管将砂袋带出长度大于0.5 m 时，必须在原孔边缘重新补打；连续两次带出砂袋时，应停止施工，待查明原因后再行施工。

5 用桩架吊起砂袋入井时，应确保砂袋垂直下井，防止砂袋发生扭结、缩颈、断裂和磨损。砂袋灌制要饱满密实。

6 砂袋留出孔口长度应保证伸入砂垫层至少 30 cm，并且保证垂直。

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	间距（纵横向）	± 50 mm
2	垂直度	1.5%
3	井深	符合设计要求
4	直径	± 5 mm
5	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 塑料排水板品种、规格、质量应符合设计要求，滤膜应紧裹芯板不松皱。塑料排水板进场后应妥善存放，禁止长时间在阳光下暴晒，并保持通风、干燥和远离高温源。

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、腐殖土等全部挖除。

3 在路基范围内按设计要求填筑路拱，碾压密实，其上按设计填筑砂垫层。

4.6.2 塑料排水板施工

1 塑料排水板插设机具应按设计桩位就位。

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

3 沉入导管将塑料排水板插入至设计深度。

4 拔出导管，切断塑料排水板。排水板周围由于拔导管带出的泥土应及时清除并用砂子回填密实。

5 打设后顶部露出地面的排水板不得被污染，并应及时埋入砂垫层中。埋入长度应大于 0.3 m 或符合设计要求。

6 塑料排水板施工流程如图 4.6.2 所示。

4.6.3 施工控制

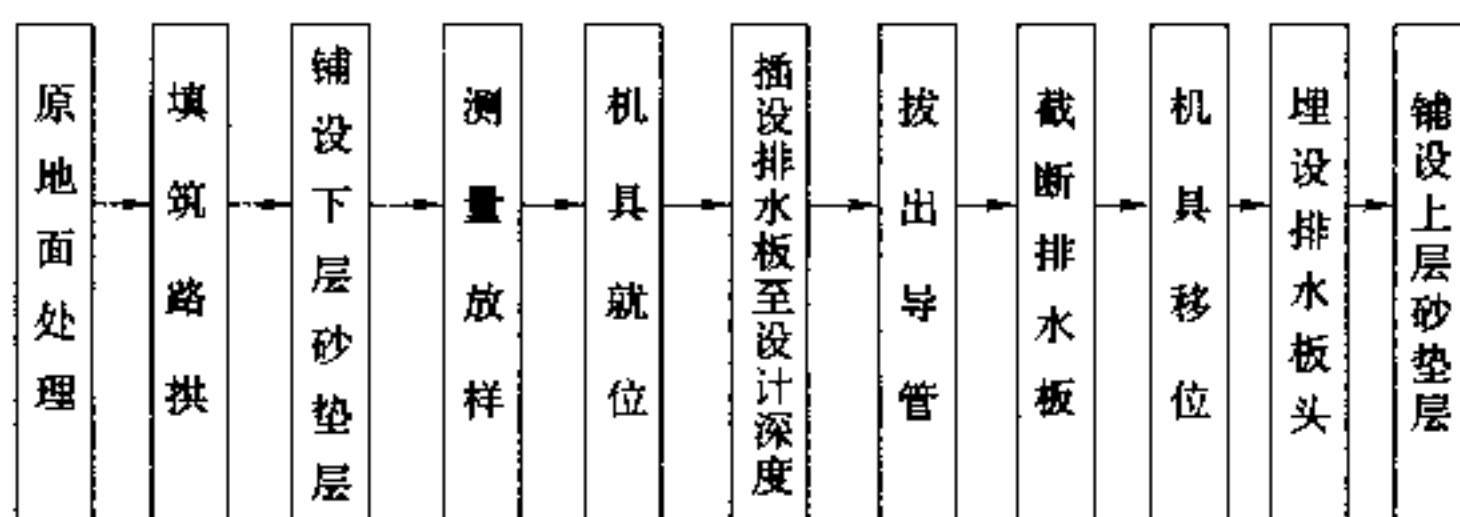


图 4.6.2 塑料排水板施工流程图

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 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。

3 塑料排水板不得接长使用。

4 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 0.5 m 时，必须重新补打；连续两次带出塑料排水板长度大于 0.5 m 时，应停止施工，待查明原因后再行施工。

5 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	间距（纵横向）	$\pm 50 \text{ mm}$
2	垂直度	1.5%
3	板长	不小于设计值
4	伸入砂垫层长度	$+100$ 0 mm

4.7 砂桩、碎石桩

4.7.1 施工准备

- 1 测量放样，平整地表，清除障碍物。
 - 2 施工前应选择有代表性地段进行成桩工艺试验，确定施工工艺和参数，试桩数量应符合相关规范要求。
 - 3 砂桩桩体用砂应选用一定级配的中、粗、砾砂。当设计地基形式为排水固结时，砂的含泥量不得大于3%；当设计地基形式为复合地基时，砂的含泥量不得大于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%。
- 4.7.2** 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4.7.2所示。

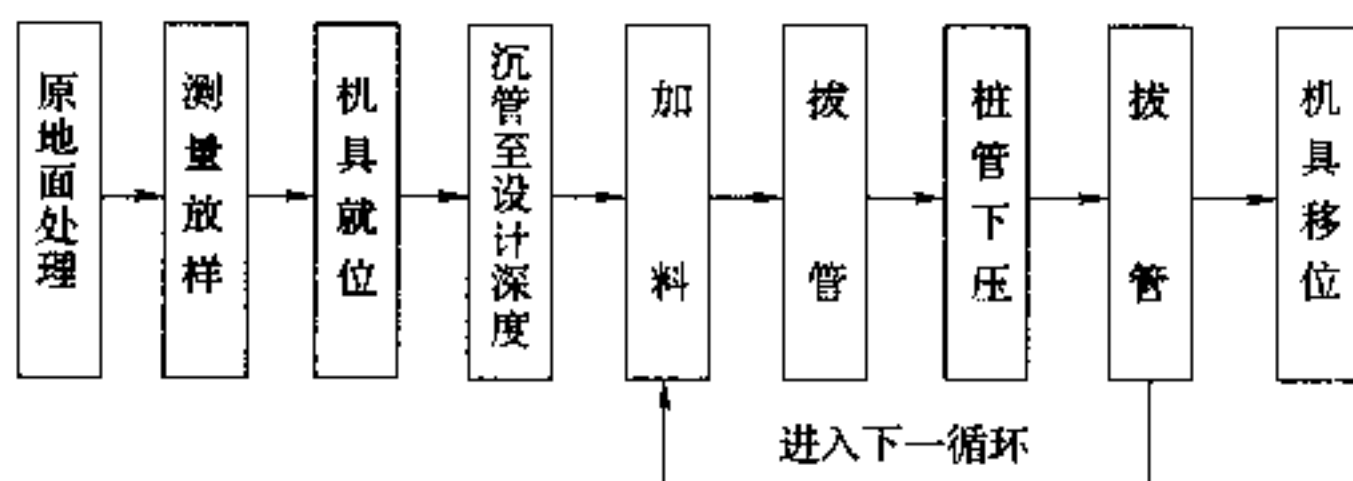


图 4.7.2 砂桩、碎石桩施工流程图

4.7.3 重复压拔管法施工

- 1 桩机按设计桩位就位，把桩管及桩尖对准桩位，桩靴闭合。
- 2 启动振动器，将桩管压入土中。
- 3 把桩管压入到设计深度，通过料斗向桩管内投入规定数量的砂（或碎石）料。
- 4 边振动边拔管，拔至设计或试验确定高度，同时向套管内压缩空气使砂（或碎石）料从套管内排出。
- 5 边振动边下压沉管至设计或试验确定的高度，将砂（或碎石）料挤压密实。

6 停止拔管后应继续振动，一般停拔悬振时间为 10 ~ 20 s。

7 再一次向桩管内投入规定数量的砂（或碎石）料，重复循环施工至桩顶。

4.7.4 双管法施工

1 桩机按设计桩位就位，把桩管及桩尖对准桩位。

2 锤击桩管，内外桩管同时沉入至设计深度。

3 提升内管，加料至外管内。

4 放下内管至外管内的砂（或碎石）料面上，提升外管与内管平齐。

5 锤击内外管，压实砂（或碎石）料。

6 重复循环施工至桩顶。

4.7.5 施工控制

1 振动法施工应根据试验确定的工艺参数，严格控制拔管高度、拔管速度、压管次数和时间、填砂（或碎石）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，应在原位将桩管打入，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 ~ 3 周，其他土为 3 ~ 5 d。

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。可液化土地基桩间土的加固效果应符合设计要求。

8 砂桩 2 m 深度以下桩身密实度应大于中密状态 ($N_{63.5} \geq 10$)，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 4.7.5 的要求控制。

表 4.7.5 砂桩、碎石桩施工允许偏差

序号	项 目		允 许 偏 差
1	间距（纵横向）		± 50 mm
2	垂直度		1.5%
3	桩长		不小于设计值
4	直径	振动法	-20 mm
		锤击法	$\begin{smallmatrix} +100 \\ -50 \end{smallmatrix}$ mm

4.8 粉体喷射搅拌桩

4.8.1 施工准备

1 测量放样，平整地表，清除障碍物。

2 在施工现场根据地质情况分段取样，采用选定的固化剂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，有产品质量合格证并按有关规定抽检。严禁使用受潮、结块或失效的固化剂。

4 施工前应根据地质情况和相应的室内配合比分段进行成桩工艺试验，并经取芯和承载力等检验，确定固化剂掺入量比、钻进速度、提升速度、喷气压力、单位时间喷入量及喷搅次数等工艺参数，每段试桩数量应符合相关规范要求。工艺参数及成桩检验成果报监理确认。

5 粉体喷射搅拌机械应配置灰量自动记录仪。

4.8.2 粉体喷射搅拌桩施工

- 1 钻机按设计桩位就位，把钻头对准桩位。
- 2 调整钻机机身，保证钻机钻杆垂直度。
- 3 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，正转预搅下沉。钻至接近设计深度时，应用低速慢钻。
- 4 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。
- 5 在确认加固料已喷至孔底时，钻头反转提升，同时喷粉。当提升到桩顶或设计停灰标高后，停止喷粉。
- 6 重复搅拌至设计深度后再提升搅拌至桩顶。
- 7 粉体喷射搅拌桩施工流程如图 4.8.2 所示。

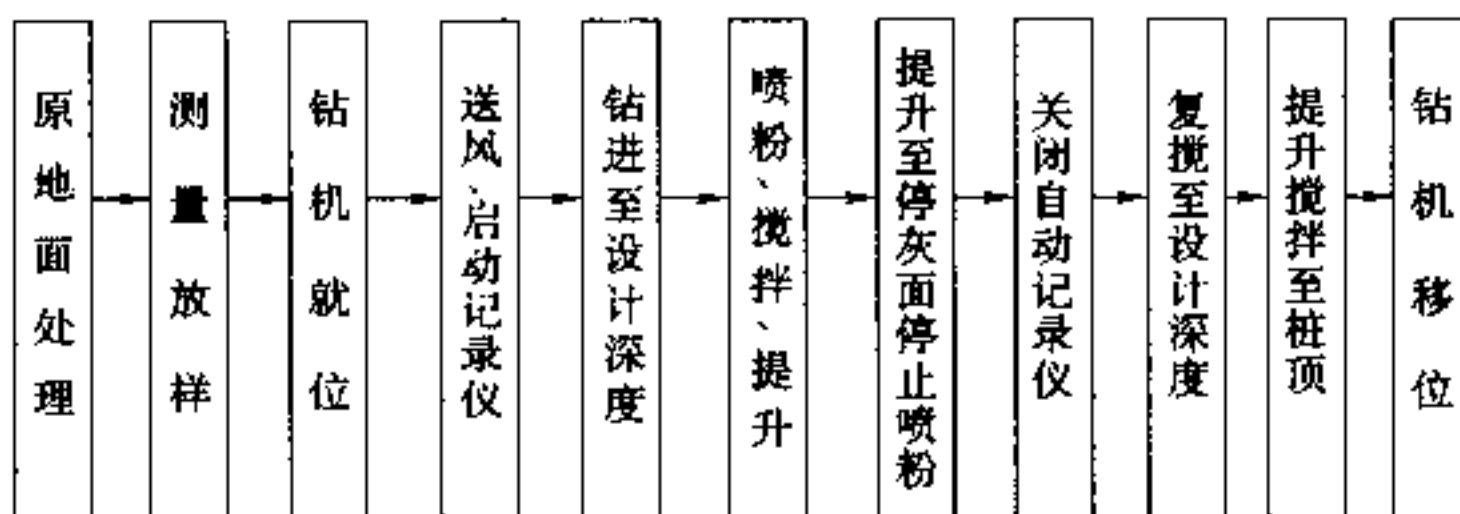


图 4.8.2 粉体喷射搅拌桩施工流程图

4.8.3 施工控制

- 1 钻进施工中，为保证桩身垂直，应随时检查钻杆垂直度。
- 2 钻进至设计深度后，严禁在没有喷粉的情况下进行提升钻头作业，并严格控制钻进速度、提升速度、喷粉量及空气压力，确保成桩质量。
- 3 成桩过程中，应保证边喷粉、边提升连续作业。当因故缺粉或停工时，第二次喷粉必须重叠接桩，接桩重叠长度不得小于 1m。
- 4 随时检查加固料用量、桩长、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他处理措施。

- 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、桩顶标高、桩长应符合设计要求。
- 7 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。
- 8 为防止污染空气，在提升喷粉距地面 0.5 m 处应减压或停止喷粉。施工中，孔口应设喷粉防护装置。
- 9 粉体喷射搅拌桩施工允许偏差应按表 4.8.3 的要求控制。

表 4.8.3 粉体喷射搅拌桩施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	间距（纵横向）	± 50 mm
2	直径	不小于设计值
3	垂直度	1.5%
4	桩长	不小于设计值

4.9 浆体喷射搅拌桩

4.9.1 施工准备

- 1 测量放样，平整地表，清除障碍物。
- 2 在施工现场根据地质情况分段取样，按设计要求进行室内配比试验，确定浆液配比。
- 3 固化剂的选用应符合设计要求，有产品质量合格证并按有关规定抽检。严禁使用受潮、结块或失效的固化剂。搅拌浆液用水应符合现行《混凝土拌合用水标准》（JGJ 63）的有关规定。
- 4 施工前应根据地质情况和室内配合比分段进行成桩工艺试验，并经取芯和承载力等检验，确定固化剂掺入比、钻进速度、提升速度、喷气压力、单位时间喷入量及喷搅次数等工艺参数，

分段试桩不得少于3根。工艺参数及成桩检验成果报监理确认。

5 浆体喷射搅拌机械应配置浆量自动记录仪。

4.9.2 浆体喷射搅拌桩施工

1 钻机按设计桩位就位，对正桩位，保证钻杆垂直。

2 启动钻机下钻，待搅拌钻头接近地面启动空压机送气，开始钻进。

3 钻到设计深度时，关闭送气阀门，开启灰浆泵，喷送浆液。

4 确认浆液已到桩底时，再均匀搅拌提升钻头至设计桩顶标高，并停止喷浆。

5 重复搅拌至设计复搅深度。

6 重复搅拌提升至桩顶，停止主电机、空压机。

7 浆体喷射搅拌桩施工流程如图4.9.2所示。

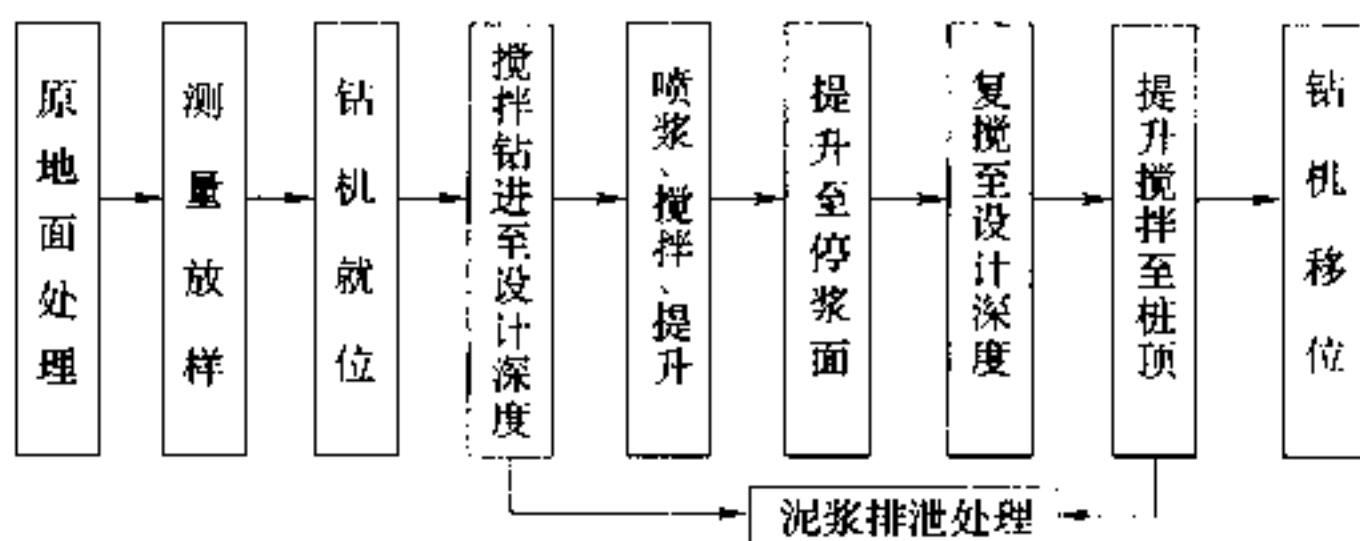


图 4.9.2 浆体喷射搅拌桩施工流程图

4.9.3 施工控制

1 浆液应严格按试验确定的配合比拌制。配备好的浆液不得离析，做到随配随用。

2 泵送浆液前，管路应保持湿润，以利输浆。现场拌制浆液，应有专人记录固化剂用量，并记录泵送开始及结束时间。

3 严格控制搅拌机钻进和提升速度、供浆与停浆时间，控制下钻深度、喷浆高程及停浆面。

4 必须连续供浆，拌和均匀，一旦因故停浆，为防止断桩和缺桩，应使搅拌机下沉至停浆面以下 0.5m，待恢复供浆后再喷浆提升。如间歇时间过长，无法接续时，应在原桩位旁边进行补桩处理。

5 搅拌机提升至地面以下 1 m 后宜用慢速；当喷浆口即将出地面时，应停止提升，喷浆搅拌数秒，以保证桩头均匀密实。

6 成桩过程中，应严格按试桩确定的工艺参数进行施工。

7 当钻进搅拌中遇有阻力较大、钻进太慢时，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。

8 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他处理措施。

9 浆体喷射搅拌桩桩体无侧限抗压强度、桩顶标高、桩长及桩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 4.8.3 的要求控制。

4.10 高压旋喷桩

4.10.1 施工准备

1 测量放样，平整地表，设置回浆池。

2 在施工现场根据地质情况分段取样，按设计要求进行室内配比试验，确定浆液配比。

3 固化剂的种类和规格应符合设计要求，有产品质量合格证并按有关规定抽检，严禁使用受潮、结块或失效的固化剂。搅拌浆液用水应符合现行《混凝土拌合用水标准》（JGJ 63）的有关规定。

4 施工前应根据地质情况和室内配合比分段进行成桩工艺试验,并经取芯和承载力等检验,确定固化剂掺入比、注浆量、压力、风量、旋转提升速度等工艺参数,分段试桩数量应符合相关规范要求。工艺参数及成桩检验成果报监理确认。

4.10.2 高压旋喷桩施工

- 1 桩机按设计桩位就位,并应保持钻杆垂直。
- 2 成孔钻进至设计深度。
- 3 将注浆管插入至孔底。在插管过程中,应防止泥砂堵塞喷嘴。
- 4 当注浆管前锋浆液流出喷头后,开始提升注浆管,自下而上喷射注浆。
- 5 喷射施工完毕,拔出注浆管。
- 6 清洗机械,管内、机内不得残存浆液。
- 7 高压旋喷桩施工流程如图 4.10.2 所示。

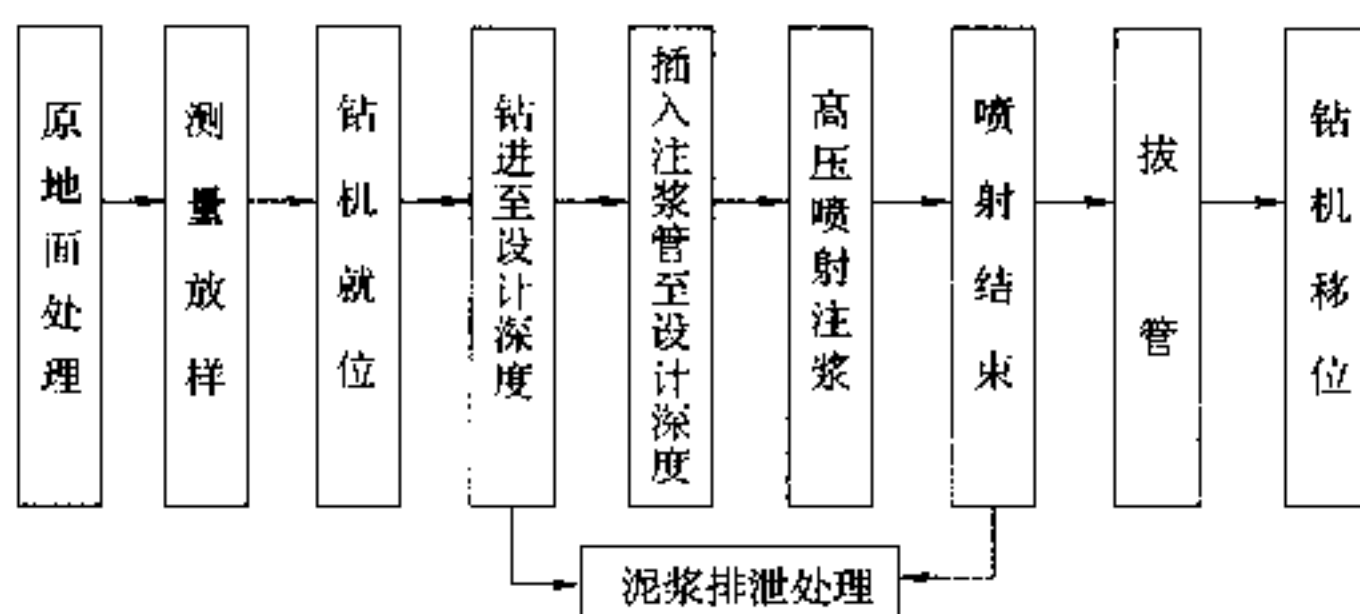


图 4.10.2 高压旋喷桩施工流程图

4.10.3 施工控制

- 1 钻机就位应平稳,立轴、转盘与孔位对正。
- 2 喷射注浆前要检查高压设备和管路系统,设备的压力和排量必须满足工艺参数要求。管路系统的密封圈必须良好,各通道和喷嘴内不得有杂物。
- 3 喷射注浆应注意设备开动顺序。二重管或三重管的水、

气、浆供应应有序进行，衔接紧密。

4 喷射注浆的搭接长度不得小于 0.5 m，以保证固结体的整体性。

5 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。

6 喷射注浆作业后，桩体顶部出现凹穴，应及时使用水泥浆进行补灌，并要防止其他钻孔排出的泥土或杂物进入。

7 当发现喷浆量不足而影响工程质量时，可采用复喷技术。

8 对深层长桩应根据地质条件，分层选择适宜的喷射参数，以保证成桩均匀一致。

9 高压旋喷桩桩体无侧限抗压强度、桩顶标高、桩长及成桩均匀性应符合设计要求。

10 高压旋喷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，防止环境污染。

12 高压旋喷桩施工允许偏差应按表 4.8.3 的要求控制。

4.11 挤 密 桩

4.11.1 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 桩体使用的石灰块径不得大于 5 mm，夹石量不得大于 5%。水泥不得受潮、结块，应符合设计要求，并按相关规定进行检验。

4 桩体使用的粉煤灰必须晾干。

5 桩体使用的土有机质含量不应大于 5%，其颗粒粒径不得大于 15 mm，并应符合设计要求。

6 进行室内配合比试验，选定符合设计要求的配合比。

7 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，一般选用沉管（振动或锤击）或冲击等方法成孔。

8 施工前进行成桩试验，确定施工工艺和参数，试桩数量应符合相关规范要求。工艺参数及成桩检验成果报监理确认。

4.11.2 挤密桩施工

1 成孔机械按设计桩位就位。

2 成孔至设计深度。

3 进行孔底夯实。

4 采用拌和均匀且接近最优含水率的填料分层回填，夯击密实。

5 当整片处理时，成桩施工宜从中间向外，同排应间隔1~2孔进行；当局部处理时，宜由外向内，同排应间隔1~2孔进行。

6 成桩成片后应及时填筑垫层，并碾压至设计要求。

7 挤密桩施工流程如图4.11.2所示

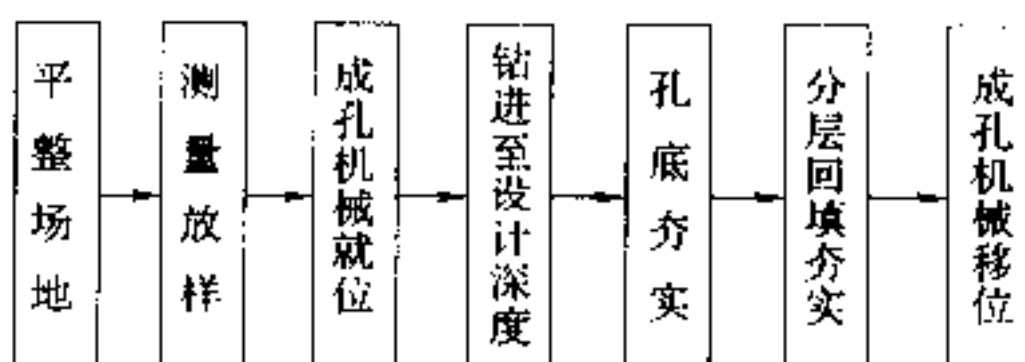


图4.11.2 挤密桩施工流程图

4.11.3 施工控制

1 处理区段地基土的含水率宜接近最优含水率，若土的含水率过低，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 成孔后应及时回填，当发生桩孔严重缩颈或回淤时，应填入干砂等后重新成孔。

3 挤密桩的数量、布置形式、间距、桩长、桩顶标高及直径应符合设计要求。

4 挤密桩回填压实质量应符合设计要求。

5 桩体无侧限抗压强度、压缩模量及桩间土的干密度、压缩模量应符合设计要求。

6 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。

7 挤密桩施工允许偏差应按表 4.11.3 的要求控制。

表 4.11.3 挤密桩施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	间距（纵横向）	$\pm 50 \text{ mm}$
2	垂直度	1.5%
3	直径	不小于设计值

4.12 水泥粉煤灰碎石桩（CFG 桩）

4.12.1 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 施工前应根据室内配合比和地质情况分段进行成桩工艺试验，并经取芯和承载力等检验，确定提升速度、混合料坍落度、混合料泵送量或电流值等工艺参数，分段试桩数量应符合相关规范要求。工艺参数及成桩检验成果报监理确认。

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

4.12.3 长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工

- 1 钻机按设计桩位就位，调整钻杆垂直对准桩位中心。
- 2 关闭钻头阀门，向下移动钻头至地面，启动电动机开始钻进，先慢后快，钻至设计深度并停钻。
- 3 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。当钻杆芯管充满混合料后，方可开始提钻。混合料应经搅拌机拌和均匀，混合料坍落度应按工艺性试验确定的值进行控制。
- 4 拔管速率应按试桩确定参数进行控制，均匀拔管至桩顶。成桩后应覆盖加以保护。
- 5 机械移位，进行下一根桩施工。
- 6 施工流程如图 4.12.3 所示。

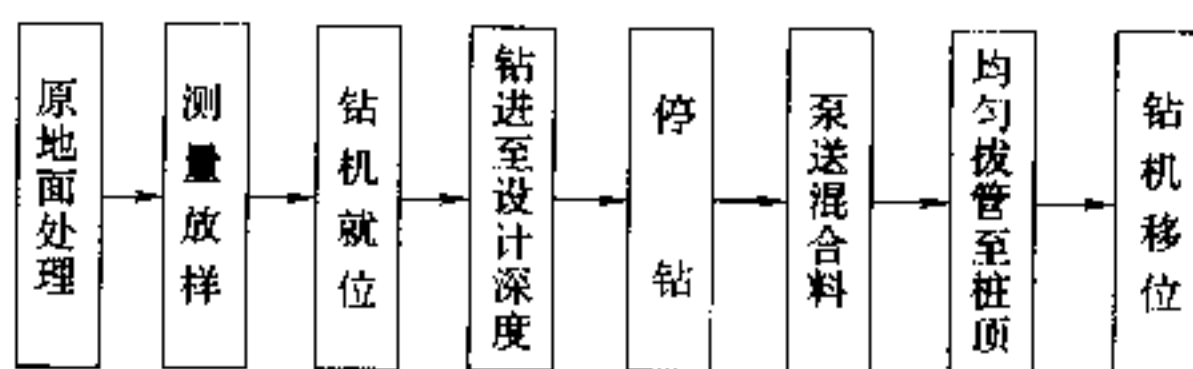


图 4.12.3 CFG 桩长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工流程图

4.12.4 振动沉管灌注施工

- 1 桩机根据桩长和沉管入土深度组装完成后，按设计桩位就位，调整沉管与地面垂直。
- 2 振动沉管至设计深度。沉管过程中每沉 1 m 应记录电流一次，并对土层变化处予以记录说明。
- 3 停机后立即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。混合料按设计配合比经搅拌机拌和，坍落度应

按工艺性试验确定的值进行控制。

4 投料后留振 5 ~ 10 s, 开始拔管, 直至桩顶。拔管速率应按试桩确定工艺参数进行控制。拔管过程中不允许反插, 如上料不足, 须在拔管过程中空中加料, 不允许停拔后再投料。

5 沉管拔出地面, 确认桩长符合设计要求后, 桩顶采用粒状材料或湿黏土封顶。

6 机械移位, 进行下一根桩施工。

7 施工流程如图 4. 12. 4 所示。

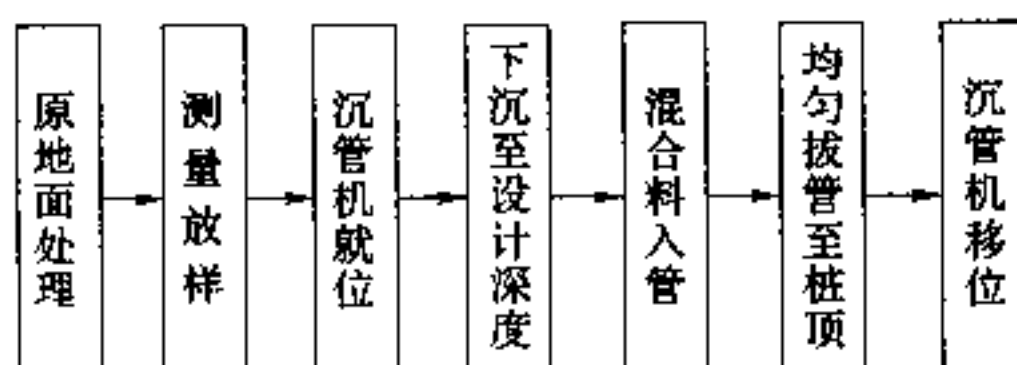


图 4. 12. 4 CFG 桩振动沉管灌注施工流程图

4. 12. 5 开挖清除表土至设计标高, 将设计标高以上桩头截去。宜采用圆盘锯切割桩头。

4. 12. 6 褥垫层宜采用中砂、粗砂或碎石, 摊铺均匀后进行碾压, 一般采用静力压实。

4. 12. 7 施工控制

1 CFG 桩施工顺序可连续、间隔一根或多根, 应按土的性质和桩距确定。

2 CFG 桩的数量、布置形式、间距、桩长、桩顶标高及直径应符合设计要求。

3 施工桩顶标高宜高出设计标高不少于 50 cm。

4 褥垫层厚度应符合设计要求。

5 CFG 桩施工中, 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和复合地基承载力

试验，其承载力、变形模量应符合设计要求。

6 CFG 桩施工允许偏差应按表 4.12.7 的要求控制。

表 4.12.7 CFG 桩施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	间距（纵横向）	± 50 mm
2	垂直度	1.5%
3	直径	不小于设计值
4	褥垫层厚度	不小于设计值

4.13 钢筋混凝土打（压）入桩

4.13.1 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平整。

3 试桩按照现行《客货共线铁路桥涵工程施工技术指南》的有关规定进行，其数量应符合相关规范要求。

4.13.2 打（压）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法、振动法或静力压入。打（压）入桩施工流程如图 4.13.2 所示。

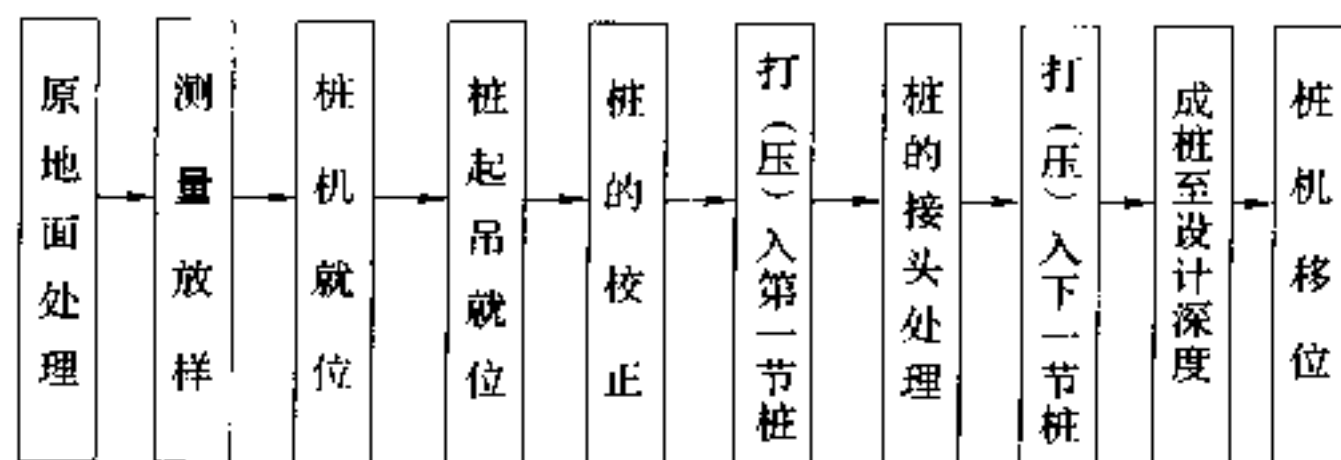


图 4.13.2 打（压）入桩施工流程图

4.13.3 锤击沉桩施工

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 成桩至设计深度。锤击沉桩应连续进行，不应中途停顿。

5 桩机移位，进行下一根桩施工。

4.13.4 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桩位和垂直度符合要求后再振动下沉。

3 成桩至设计深度。每根桩的沉桩作业应连续完成。

4 机械移位，进行下一根桩施工。

4.13.5 静压沉桩施工

1 压桩机应根据土质情况配足额重量或选用相应的液压桩机。

2 压入桩施工顺序应选择单向进行，不得从两侧往中间进行。

3 插桩入土达到一定深度并确认桩位和垂直度符合要求后静压下沉。

4 开动桩机油泵使之上移，再抱桩固定压入，循环作业。

5 接桩连续进行，成桩至设计深度。记录入桩行程、深度及相应压力值，以判别入桩情况及桩的承载能力。

6 机械移位，进行下一根桩施工。

4.13.6 质量控制

1 打（压）入桩的数量、布置形式及间距应符合设计要

求。

2 钢筋混凝土和预应力混凝土桩，在沉桩前桩身混凝土强度应达到设计强度。打（压）桩前、后的桩身质量应符合设计要求。

3 在桩的沉入过程中，应观察桩锤、桩帽和桩身是否保持在同一轴线上。

4 桩长、桩顶标高及最终贯入度应符合设计要求。

5 对发生“假极限”现象的桩和有上浮现象的桩，必须复打。

6 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。

7 打（压）桩后，应及时进行桩的承载力试验，并符合设计要求。

8 打（压）入桩施工允许偏差应按表 4.13.6 的要求控制。

表 4.13.6 打（压）入桩施工允许偏差

序号	项 目		允 许 偏 差
1	桩间距	中间桩	$d/2$ 且不大于 250 mm
		外缘桩	$d/4$
2	直桩垂直度		1%
3	斜桩倾斜度		$15\% \tan \theta$

注： d 为桩身直径； θ 为桩身倾斜角。

4.14 混凝土灌注桩

4.14.1 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、碎石、钢筋等原材料。

3 设置制浆池、沉淀池和泥浆池，泥浆的各项指标应符合设计要求。

4 按现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的相关要求进行室内混凝土配合比设计。

5 试桩按照现行《客货共线铁路桥涵工程施工技术指南》的有关规定进行，其数量应符合相关规范要求。

4.14.2 混凝土灌注桩的成孔应采用钻机成孔，钻机可根据地质条件、桩长和桩径等选定。

4.14.3 混凝土灌注桩施工

1 埋设护筒。

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、套管钻机或旋挖钻机钻孔。

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。清孔可采用抽渣法、吸泥法或换浆法。在抽渣或吸泥时都应及时向孔内加注清水或新鲜泥浆，保持孔内水位。

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 0.5 m。

7 混凝土灌注桩施工流程如图 4.14.3 所示。

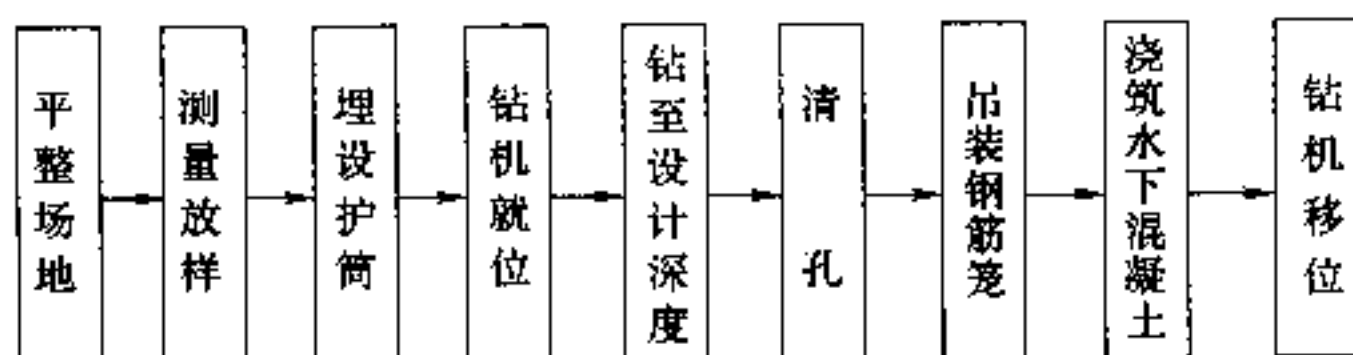


图 4.14.3 混凝土灌注桩施工流程图

4.14.4 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 孔内沉渣厚度应符合设计要求。
- 7 混凝土灌注桩施工允许偏差应按表 4.14.4 的要求控制。

表 4.14.4 混凝土灌注桩施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	间距（纵横向）	$\pm 100 \text{ mm}$
2	垂直度	1.0%
3	直径	不小于设计值

4.15 桩 帽

4.15.1 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、碎石、钢筋等原材料。
- 3 按现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的相关要求进行室内配合比设计。

4.15.2 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 立侧模板和绑扎钢筋。
- 3 混凝土拌和、运输、浇筑，并制作足够的混凝土检查试件。
- 4 混凝土浇筑完成后应及时养护。
- 5 桩帽混凝土强度达到拆模条件后，拆除模板。桩帽四周按设计要求回填密实。
- 6 桩帽施工工艺流程如图 4.15.2 所示。

4.15.3 施工控制

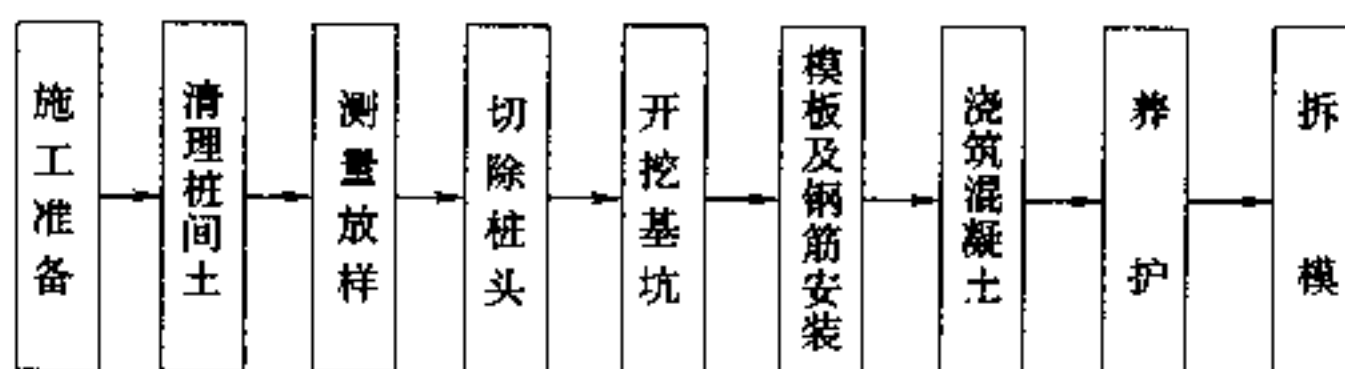


图 4.15.2 桩帽施工工艺流程图

- 1 原材料进场应按规定要求进行检验。
- 2 配合比设计及桩帽实体的强度应符合设计要求。
- 3 桩帽施工允许偏差应按表 4.15.3 的要求控制。

表 4.15.3 桩帽施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	桩帽顶标高	$\pm 20 \text{ mm}$
2	平面尺寸	$\pm 30 \text{ mm}$
3	厚度	$+30$ -20 mm
4	中心位置	15 mm

4.16 堆 载 预 压

- 4.16.1 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。
- 4.16.2 预压荷载不应小于设计荷载。
- 4.16.3 预压土的堆载宽度和坡度应符合设计要求。
- 4.16.4 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。
- 4.16.5 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。
- 4.16.6 堆载过程应采取有效措施防止预压土污染填筑好的路

基。

4.16.7 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。

4.16.8 堆载预压施工允许偏差应按表 4.16.8 的要求控制。

表 4.16.8 堆载预压施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	宽度	± 50 mm
2	范围	± 100 mm
3	边坡坡率	$\pm 0.5\%$ 设计值

4.17 真 空 预 压

4.17.1 施工准备

1 核查地基处理范围内的地质条件，检查是否有透气层，以便保证真空预压效果。

2 根据路堤填土高度、地质条件和施工设备能力划分加固区域。

3 观测点和观测断面应按设计要求设置。

4.17.2 真空预压施工

1 铺设砂垫层，打设竖向排水体。

2 人工布设真空管。

3 开挖密封沟，铺设密封膜。膜与膜之间应采用热粘法粘接；密封沟开挖深度应符合设计要求，密封膜顺密封沟铺设，且四周用黏土压实密封。

4 安装抽真空装置，连接各系统进行抽真空试验，检查密封性。

5 在加固范围内应按设计要求设置沉降观测点。

6 经检查各项指标符合设计要求后，方可进行路基填筑作业。

7 在抽真空过程中应观测泵、真空管和膜内等真空度及地表总沉降、侧向位移等。

8 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。

9 真空预压施工流程如图 4.17.2 所示。

4.17.3 施工控制

1 密封膜、排水滤管的种类、规格、性能及连接方式应符合设计要求。

2 在铺设滤水管时，滤水管之间应连接牢固，选用合适滤水层且包裹严密，避免抽气后杂物进入抽真空装置中。

3 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。膜在埋入密封沟时，注意不要被坚硬物戳破。

4 在膜上放置沉降板时，应在膜上垫一层土工布或一小块密封膜，注意放置平稳，以防戳破薄膜。膜铺好后应对膜的完好性进行全面检查，发现膜破的地方应及时进行粘接修补。

5 密封沟开挖时若发现土层中有孔洞或透气性的夹层等，则应增加沟深或将夹层挖除换填软黏土。

6 在密封沟施工中，应作好真空度测头和孔压测头导线引出处的密封，并保护好导线。

7 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。

8 作好真空度、地面沉降、侧向位移等观测和施工记录。施工过程中检测应符合设计要求。

9 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。

10 真空预压处理范围、周围排水沟位置应符合设计要求，其允许偏差为 ± 150 mm。

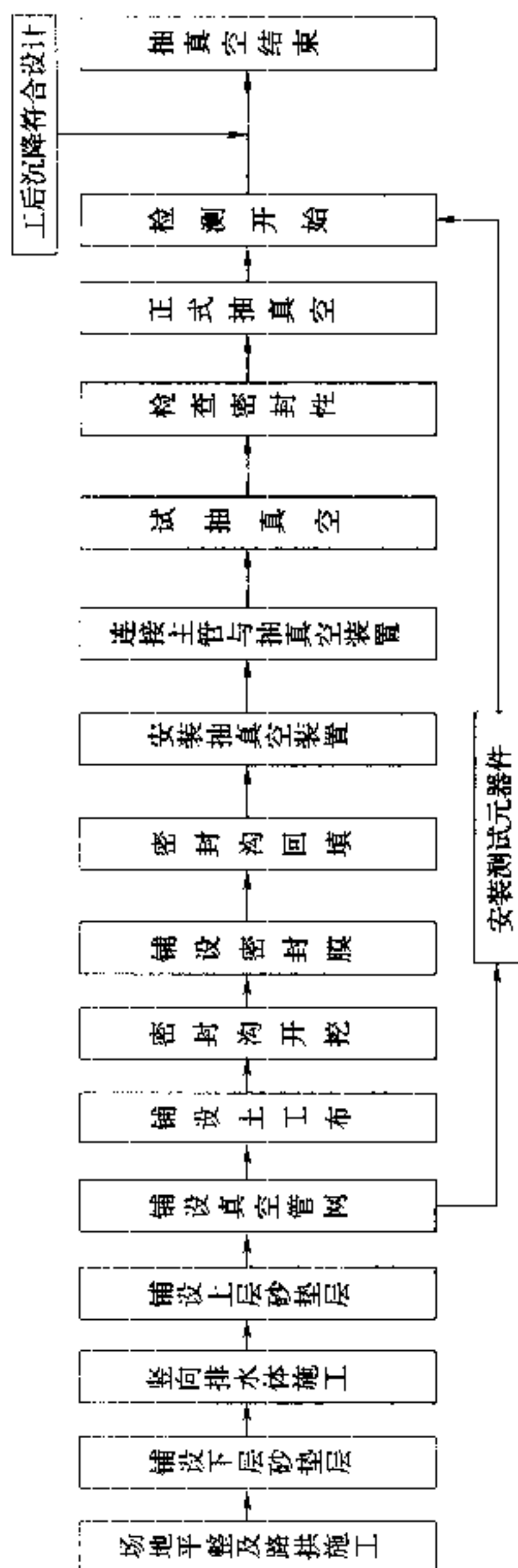


图 4.17.2 真空预压施工流程图

4.18 强夯及重锤夯实

4.18.1 施工准备

1 依据设计高程及预先估计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，按设计初步确定的夯实参数，在有代表性的场地上进行试夯。通过夯实前后测试数据的对比，检验夯实效果，确定各项工艺参数，并报监理单位确认。

4 在整平后的场地上按设计夯点间隔距离标出第一遍夯击点的位置，并测量场地高程。

4.18.2 夯实施工

1 夯实设备就位，使夯锤对准夯点位置。

2 测量夯前锤顶高程。

3 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。

4 按试夯确定的夯击次数及控制标准，完成一个夯点的夯击。

5 换夯点，重复步骤1至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。

6 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达到设计要求。

7 强夯及重锤夯实施工流程如图4.18.2所示。

4.18.3 施工控制

1 地基表面需要满夯加固时，夯点布置应满足搭接面积不小于1/4。

2 开夯前应检查夯锤重和落距，以确保单击夯击能量符合

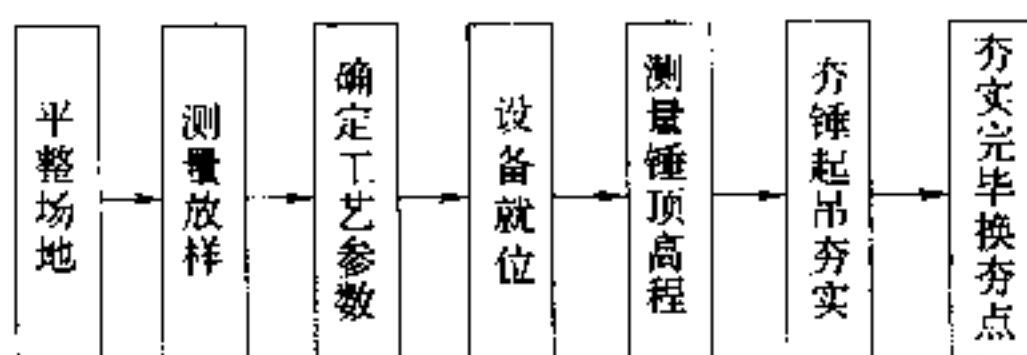


图 4.18.2 强夯及重锤夯实施工流程图

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 夯击加固后地基承载力和加固有效深度应符合设计要求。

5 夯击处理范围和夯击点布置应符合设计要求。夯坑中心偏移允许偏差不应大于 $0.1D$ (D 为夯锤直径)。强夯和重锤夯实施工允许偏差应按表 4.3.6 的要求控制。

6 强夯和重锤夯实施工应按照设计要求采取隔振降噪措施，施工产生的噪声应符合现行《建筑施工场界噪声界限》(GB 12532) 的有关规定。

4.19 强 夯 置 换

4.19.1 施工准备

1 强夯置换夯锤应用圆形夯锤，锤底直径、锤的重量应根据设计置换墩直径、深度以及设备起重能力等进行确定，并应符合设计要求。

2 施工前，按设计初步确定的强夯置换参数，在有代表性的场地上进行试夯。通过强夯置换前后测试数据的对比，检验强夯置换效果，确定各项工艺参数，并报监理确认。

3 置换料性能应满足设计要求。

4 清理并整平场地，当表土松软时宜铺设一层一定厚度的砂石垫层。

5 在整平后的场地上按设计标出强夯置换墩的位置，并测量场地高程。

4.19.2 强夯置换施工

1 强夯设备就位，使夯锤对准夯点位置。测量夯前锤顶高程。

2 夯击并逐击记录夯坑深度。当夯坑过深而发生起锤困难时停夯，向坑内填料直至与坑顶平齐，记录填料数量，如此重复直至满足规定的夯击次数及控制标准，完成一个墩体的夯击。当夯点周围软土挤出影响施工时，可随时清理并在夯点周围铺垫碎石，继续施工。

3 夯孔施打顺序宜由内而外，隔孔分序跳打方式，逐一完成全部夯点的施工。

4 推平场地，用低能量满夯，将场地表层松土夯实，并测量夯后场地高程。

5 铺设垫层，并分层碾压密实。

6 强夯置换施工流程如图 4.19.2 所示。

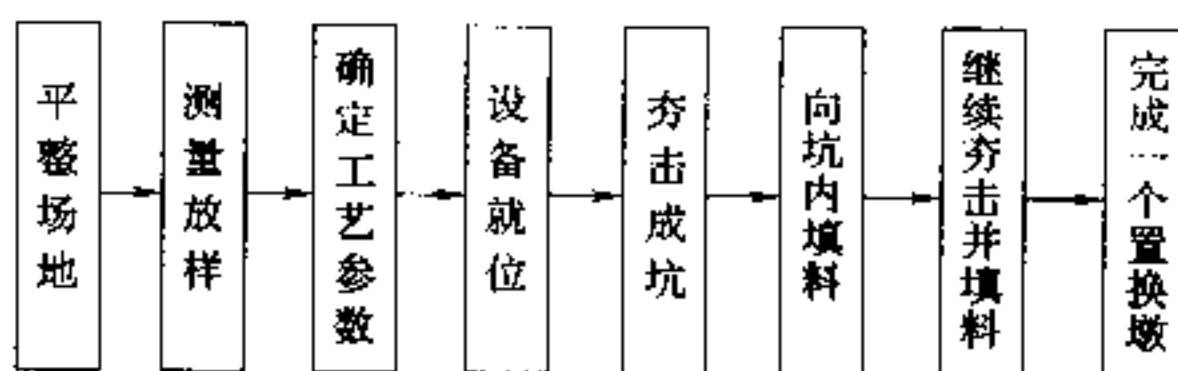


图 4.19.2 强夯置换施工流程图

4.19.3 施工控制

1 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及试夯工艺参数要求。

2 强夯置换材料应选择具有较高抗剪性和级配良好的块石、碎石、石渣等粗颗粒骨料，其粒径不应大于 300 mm。

3 强夯置换加固地基的承载力以及强夯置换处理的实际有

效深度应符合设计要求。

4 强夯置换处理范围和置换墩布置应符合设计要求。

5 强夯置换施工允许偏差应按表 4.19.3 的要求控制。

表 4.19.3 强夯置换施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	高程	$\pm 50 \text{ mm}$
2	墩间距	$\pm 0.1D$ (D 为夯锤直径)
3	墩直径	不小于设计值

6 强夯置换施工应按照设计要求采取隔振措施，施工产生的噪声应符合现行《建筑施工场界噪声界限》(GB 12532) 的有关规定。

4.20 柱锤冲扩桩

4.20.1 施工准备

1 施工场区平整压实，清除障碍物。

2 根据设备的数量、类型和现场条件，确定最佳流水作业线，并测量放样。

3 按设计要求进行填料配合比设计，料场应设专人负责配料。

4 正式施工前，应根据设计要求，进行工艺试验，选择锤的质量和锤长，确定落距、分层填料量、分层夯击次数、总填料量等工艺参数。

5 柱锤冲扩桩成孔应根据土质条件选择成孔机械，一般采用机械钻孔、强力冲孔等方法。

4.20.2 柱锤冲扩桩施工

1 施工机械就位，使柱锤对准桩位，并保持垂直稳定。当加固较深、柱锤长度不够时，也可先挖一部分土，然后进行冲扩。

2 冲击成孔：将柱锤提升一定高度，自动脱勾下落冲击土层，如此反复冲击，接近设计成孔深度时，可在孔内填少量粗骨料继续冲击，直至孔底被夯密实。当冲击难以成孔时，可采用填料冲击成孔、二次复打成孔或套管成孔、钻孔等方法。

3 向孔内分层填入拌和好的填料，每填一层用柱锤夯实一层，直至桩顶设计标高以上至少 0.5 m，其上部桩孔宜用原土夯封。

4 施工机具移位，施工下一根桩。

5 柱锤冲扩桩施工流程如图 4.20.2 所示。

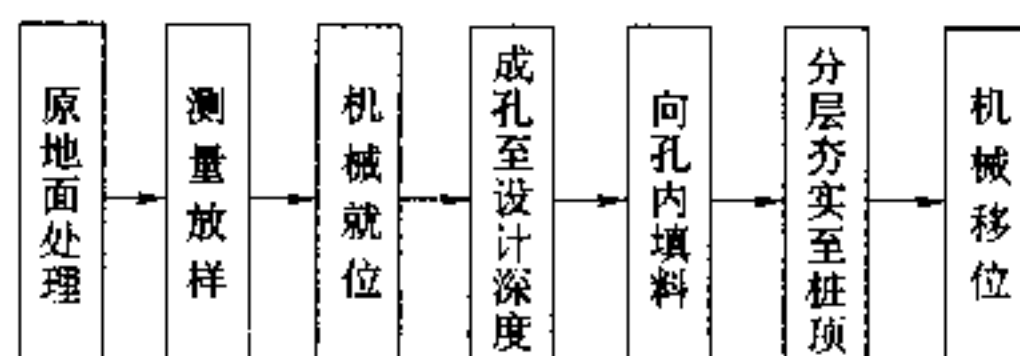


图 4.20.2 柱锤冲扩桩施工流程图

4.20.3 按设计要求清挖至设计标高，铺设垫层并压实。

4.20.4 施工控制

1 成孔深度应满足设计要求。根据土质情况可在孔底预留一定厚度的原土层，以重锤夯冲至地基处理设计深度。

2 夯填前应检查成孔直径、孔深、垂直度、孔内的虚土和积水情况等，孔底应夯击密实。

3 填料应符合设计要求，施工应按试验确定的参数进行作业。

4 当施工遇到坍孔或缩颈时，可用硬骨料夯填消除塌孔影响。

5 冲扩桩成孔中心偏差不应超过桩径的 1/2，桩径允许偏差为 -100 mm，深度不小于设计值，桩的数量应满足设计要求。

4.21 土工合成材料加筋垫层

4.21.1 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。

4.21.2 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基主要受力方向，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应低于设计抗拉强度。

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 0.5 m。

4.21.3 土工合成材料不得直接铺设在碎石等坚硬的层面上，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。

4.21.4 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。

4.21.5 土工合成材料不允许直接进行碾压，需待上覆填土后方可采用碾压机械压实。严禁碾压及运输等设备直接在土工合成材料上行走作业。

4.21.6 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，应按隐蔽工程作好检查记录。

3 土工合成材料的铺设允许偏差应按表 4.21.6 的要求控制。

表 4.21.6 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 mm
3	层间距	±30 mm
4	上下层搭接缝错开距离	±50 mm
5	回折长度	±50 mm

4.22 隔 断 层

4.22.1 施工准备

1 施工前，在有代表性的场地上进行隔断层填料填筑压实工艺性试验，确定各项工艺参数，并报监理确认。

2 施工前平整场地，经平整压实后表面应无杂草、树根及腐殖土。地基地下水出露处的处理应满足设计要求，并结合永久性排水设施做好路基两侧地面排水。

4.22.2 隔断层施工

1 隔断层中各结构层应分层填筑碾压。

2 填料的装、运、填及压实应连续进行。

3 隔断层分层填筑时，填层厚度应均匀，压实层表面应大致平整。每层表面应做成向外不小于 2% 的横向排水坡。

4 条件具备时填料应优先选择场拌法施工。

4.22.3 施工控制

1 隔断层填料应符合设计要求，各结构层的碾压质量应符合本技术指南第 5 章的有关规定。当采用复合土工膜做隔断层

时，其施工应符合本技术指南第 4.21 节的有关规定。

2 隔断层设置范围应符合设计要求，其允许偏差为 ± 150 mm。

3 隔断层中各结构层厚度应符合设计要求，其允许偏差为 ± 50 mm。

4 隔断层顶面的高程、中线至边缘距离、宽度、横坡、平整度允许偏差应按表 4.3.6 的要求控制。

4.23 岩 溶 注 浆

4.23.1 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。

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 注浆所用材料应满足设计要求，进场时应进行现场验收。

4 按设计要求并根据现场试验确定的配合比配置浆液。

5 地基加固前，按设计的注浆工艺方法，通过试验确定注浆孔深度、孔距及注浆压力、注浆速度、注浆量等有关技术参数。

4.23.2 注浆施工

1 注浆孔可采用地质钻探方法成孔。地表有覆土时，为防止孔口坍塌或缩孔，必要时下孔口管或采用跟管钻进。当需要查明岩溶发育程度时，应采用取芯钻孔。钻孔过程中填写钻进记录，记录应详细反映该孔在钻进过程中涌水、漏水、土层分界等情况。

2 对注浆孔的孔位、孔深、孔径、孔底沉渣及孔口管进行检查，应满足设计要求。

3 压水试验，核实岩层渗透性，检查浆塞效果和注浆管路

有无跑漏现象，并将孔内泥质充填物清出孔外。

4 注浆时根据钻孔记录和注浆试验结果选择适宜的浆液配合比。注浆开始时先进行自流注浆，直至浆液面到达孔口后进行有压注浆，加压由小到大。若需间歇反复注浆时，注浆压力应适当降低。

5 当注浆出现异常情况或注浆环境发现异常情况时，应分析查明原因，调整注浆方式。

6 为了保证注浆压力或注浆过程的连续性，加压注浆前应进行必要的封孔措施。

7 注浆结束后，为防止水泥浆产生离析或有较大下降，待浆面稳定且经补浆至孔口后再做止浆盘。止浆盘初凝后在其表面标明该孔的里程、桩号和设计深度。

8 注浆施工工艺流程见图 4.23.2。

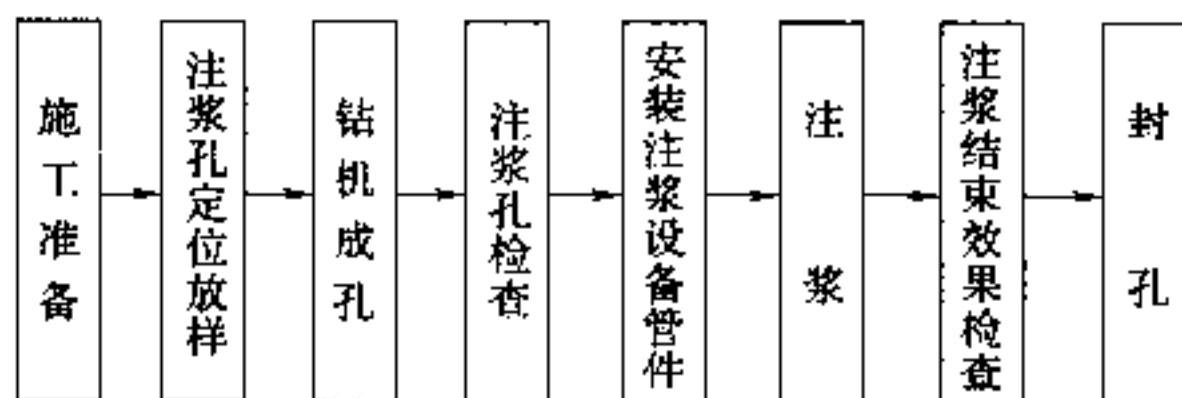


图 4.23.2 注浆施工工艺流程图

4.23.3 施工控制

1 按设计要求布置钻孔，宜为梅花形布置，地质钻成孔。当注浆孔探明的地质情况与设计不相符时，应提出设计变更。

2 应按设计要求设置检查孔，并按设计要求进行质量控制和检测。通过钻孔取样、注水试验或检验评估地基加固效果。

3 注浆孔应跳孔施钻，同步注浆，避免孔位串浆增加难度及清孔工作量。注浆应从路基坡脚向线路中心的顺序进行，先两侧后中间；在地下水有水头压力时，应先注下游孔，再注上游孔；单排孔应遵循“逐步加密、跳孔同步注浆”的原则。

4 注浆过程中应加强地面水平位移、冒浆点位置及沉陷观测。

5 注浆施工允许偏差应按表 4.23.3 的要求控制。

表 4.23.3 注浆施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	间距	$\pm 20 \text{ mm}$
2	孔深	$\pm 100 \text{ mm}$
3	注浆压力	$\pm 10\%$

4.24 洞 穴 处 理

4.24.1 施工准备

1 施工前应根据设计勘探资料,核查洞穴的位置和分布情况,周密检查洞内环境,采取必要的安全防护措施。对不稳定的洞穴应加强临时支撑。洞内的有害气体和物质应予排除。

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。

4.24.2 洞穴处理一般方法

1 清除浅洞穴中淤泥及其他松软沉积物。先铲除洞穴表面溶蚀部分,将洞壁倾斜部分做成台阶,采用填片石及水泥土组成的混合物,自内向外逐段回填密实。

2 按设计要求进行压浆加固处理时,应符合本技术指南第 4.23 节的要求。

3 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。

4.24.3 路基面上的溶洞应按设计要求处理,一般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，搭盖洞口不宜小于 0.2 m。

4.24.4 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。

4.24.5 煤矿采空区、墓穴、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，采用混凝土或片石混凝土回填，并视具体情况可采取压浆处理等措施。

3 回填应分层夯实、塞紧，灌浆应作好记录。

4 不得任意引排地下水。

4.24.6 黄土陷穴施工

1 按设计做好防排水措施，避免地表水流入。

2 采取回填施工，应符合本技术指南第 8.3.4 条的有关要求。

3 采取灌（压）浆施工，应符合本技术指南第 4.23 节的有关要求。

5 路 堤

5.1 一 般 规 定

5.1.1 路堤填料分组应符合本技术指南附录 B 的要求。

5.1.2 施工前，应做好土石方的调配方案。

5.1.3 地基和原地面必须按设计要求进行处理，施工方法应符合本技术指南第 4 章的有关规定。

5.1.4 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。填筑前应通过工艺性试验段确定不同填料的压实工艺参数。

5.1.5 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优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、晾晒或其他措施；当含水率过低时，应加水润湿，加水量 m_w (kg) 可按下列式估算：

$$m_w = \frac{m_w}{1 + w} \times (w_{opt} - w) \quad (5.1.5)$$

式中 m_w ——所取填料的湿重 (kg)；

w, w_{opt} ——填料的天然含水率、最优含水率。

5.1.6 路堤施工应及时做好防排水，并应符合下列要求：

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、填层面应及时作好排水处理，不得积水。

3 傍山修筑路堤时，应防止水渗入路堤结构各部位。

4 在多雨地区或雨季施工时，应防止地表水流入取土场内，并应将取土场内局部积水随时排除。

5.1.7 填筑路堤应符合下列条件：

1 施工前，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，每一水平层的全宽应采用同一种填料。渗水土填在非渗水土上时，非渗水土上层应设向两侧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 $D_{15}/d_{85} \leq 4$ （两层渗水土间）或 $D_{15} \leq 0.5 \text{ mm}$ （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或厚度不小于30 cm的填层。

4 基床底层顶部和基床以下路堤顶部应设4%的人字排水坡。

5.1.8 改良土路堤施工应按现行《铁路路基改良土技术规程》组织施工，拌和方法应根据设计要求确定，并严格控制填料含水率和配合比。场拌时，原土料和各种外掺料应分堆存放，采用混合料拌和站拌和；路拌时，应先摊铺原土料，再均匀撒布外掺料，采用专用路拌机充分拌和均匀后，方可进行碾压；集中路拌时，应先对拌和区域进行整平，再均匀撒布外掺料，采用专用路拌机进行混合料的拌和。改良土施工设备和工艺应体现先进性原则，满足拌和施工质量要求和环境保护要求，条件具备时应优先选择场拌法施工。

5.1.9 路堤填筑应按设计要求进行沉降变形观测。路堤工后沉降量及沉降速率应符合设计要求。

5.2 填 料

5.2.1 基床以下路堤填料

1 基床以下部位路堤应选用A、B、C组填料或改良土。

当选用 D 组填料时，应采取改良措施。严禁使用 E 组填料。

2 当选用 C 组填料中的细粒土、粉砂和软块石时，应按设计采取隔水或加强边坡防护措施。

3 当选用块石类土时，应采用级配较好的硬质岩石及不易风化的软质岩，块石类土填料的粒径不得大于 30 cm 或摊铺厚度的 2/3，其抗压强度不低于 5 MPa。

5.2.2 基床底层填料

1 设计速度为 200 km/h 的路段，基床底层应选用 A、B 组填料或改良土。

2 设计速度小于等于 160 km/h 的路段，Ⅰ级铁路基床底层应选用 A、B 组填料或改良土，Ⅱ级铁路可选用 A、B、C 组填料。当采用 C 组填料时，在年平均降水量大于 500 mm 的地区，其塑性指数不得大于 12，液限不得大于 32%。

3 块石类填料的粒径不得大于 20 cm 或摊铺厚度的 2/3。

5.2.3 基床表层填料

1 设计速度为 200 km/h 的路段，基床表层填料应采用级配砂砾石或级配碎石等材料。

2 设计速度小于等于 160 km/h 的路段，Ⅰ级铁路基床表层填料应选用 A 组填料（砂类土除外），或级配碎石、级配砂砾石；Ⅱ级铁路基床表层填料应优先选用 A 组填料，或 B 组填料。填料的颗粒粒径不得大于 15 cm。

3 采用级配砂砾石时，应符合下列技术要求：

- 1) 颗粒的粒径、级配应符合表 5.2.3 的规定。
- 2) 级配曲线应接近圆滑，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%。
- 4) 粒径小于 0.5 mm 细集料的液限不应大于 28%，其塑性指数不应大于 6。

表 5.2.3 砂砾石级配范围

级配 编号	通过筛孔 (mm) 质量百分率 (%)								
	50	40	30	20	10	5	2	0.5	0.075
1	100	90 ~ 100	——	65 ~ 85	45 ~ 70	30 ~ 55	15 ~ 35	10 ~ 20	4 ~ 10
2	——	100	90 ~ 100	75 ~ 95	50 ~ 70	30 ~ 55	15 ~ 35	10 ~ 20	4 ~ 10
3	——	——	100	85 ~ 100	60 ~ 80	30 ~ 50	15 ~ 30	10 ~ 20	2 ~ 8

注：用圆孔筛时，采用 1~3 号级配；用方孔筛时，采用 2、3 号级配。

5) 黏土团及有机物含量不应超过 2%。

4 采用级配碎石时，碎石粒径、级配及品质应符合铁道部现行《铁路碎石道床底砟》(TB/T 2897) 的有关规定。

5 基床表层与上部道床碎石及下部填土之间的颗粒级配均应满足 $D_{15} < 4d_{85}$ 的要求。当级配砂砾石或级配碎石与下部填土间不能满足要求时，基床表层应采用颗粒级配不同的双层结构，或在基床底层表面铺设土工合成材料；当路堤填料为化学改良土时，可不受此限制。

5.2.4 过渡段填料

1 基床表层填料应符合本技术指南第 5.2.3 条的规定。

2 设计速度为 200 km/h 的路段，基床表层以下可采用级配碎石分层填筑，其级配范围应符合表 5.2.4 的要求，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%。

表 5.2.4 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

3 设计速度小于等于 160 km/h 的路段，一次铺设无缝线路的 I 级铁路，路堤和桥台、路堤与硬质岩石路堑的过渡

段基床表层以下可采用 A 组填料填筑；铺设非无缝线路的 I、II 级铁路的桥头路堤及 I、II 级铁路的涵洞两侧路堤应采用渗水土填筑。

5.2.5 施工控制

1 施工前应对设计取土场的填料进行取样试验并确认填料组别。

2 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，应及时纠正。

3 采用改良土时，应按设计文件进行室内配合比试验，并通过试验段填筑确定施工配合比。施工中应严格控制改良土的含水率和配合比。

4 基床表层级配砂砾石或级配碎石的材质、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，方可大面积填筑。

5 对雨季滞水及排水不畅的低洼地段，应以渗水填料或水稳性较好的填料填筑，并加以疏导。

6 在地下水位高（地下水位距地表小于 0.5 m）的黏性土地基上填筑路堤时，路堤底部应填筑渗水性填料，有条件时可采取降低地下水位的措施。

5.3 基床以下路堤填筑

5.3.1 路堤填筑前应对地基和原地面处理结果进行验收，其质量必须达到设计要求。

5.3.2 高度小于基床厚度的低路堤，应严格按照设计要求进行处理。

5.3.3 路堤填筑前应选择在地质条件、断面形式均具有代表性的地段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、松铺厚度和相应的碾压遍数、最佳的机械配套和施工组织。试验段长度不宜小于 100 m，压实机械宜

选用重型振动压路机。

5.3.4 路堤填料应按本技术指南第 5.2.1 条的要求严格选用，并符合设计要求。

5.3.5 基床以下路堤填筑

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，应先从最低处开始分层填筑，由两边向中部填筑。路基边坡两侧超填宽度宜为 30 ~ 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质量，通过现场工艺试验确定。采用块石类填筑时，分层的最大压实厚度不应大于 60 cm；碎石类填料填筑时，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，其粒径应符合本技术指南第 5.1.7 条的有关规定。

5 填料摊铺应使用推土机进行初平，再用平地机进行平整，填层面目视平顺，并应做成向两侧不小于 2% 的横向排水坡。

6 用改良细粒土或含细粒成分较多的粗粒土填料填筑路堤时，必须严格控制其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式 5.1.5 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，宜采用取土场内开挖沟槽

降低水位和用机械翻松晾晒相结合的方法，或将填料运至路堤摊铺晾晒。

7 当用块石类填料填筑时，石块应大小搭配，相互嵌塞紧密牢固，填石空隙应用小石块或石屑填满，并做到层厚均匀、顶面平整。路堤边坡两侧应使用较大块石进行码砌。

8 压实顺序应按“先两侧、后中间”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。

5.3.6 路堤施工控制

1 施工中应检查核对填料实际使用情况，当实际使用填料发生变化时，应另取样作土工试验进行鉴定。填料复查应符合表 5.3.6—1 的要求。

表 5.3.6—1 基床以下路堤填料复查项目及频次

填料类别	试验项目、频次			
	颗粒级配	液塑限	击实试验	颗粒密度
细粒土	——	5 000 m ³ （或土性明显变化）	5 000 m ³ （或土性明显变化）	——
粗粒土、碎石土	10 000 m ³ （或土性明显变化）	——	——	10 000 m ³ （或土性明显变化）

注：表列数字为进行一次试验的填料体积。按《铁路工程土工试验规程》（TB 10102）规定的试验方法检验。

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技术指南第 5.3.5 条的规定后，再进行碾压。

3 填筑高度小于基床厚度的路堤基底处理及质量检验应根据所处路堤部位的要求进行。

4 路堤边坡高度大于 15 m 时，应根据填料、边坡高度等按设计

要求加宽路基面，基床以下路堤填料的压实标准应采用基床底层的压实标准。

5 基床以下路堤填筑压实质量标准应按表 5.3.6—2 或表 5.3.6—3 控制。其中旅客列车设计时速 200 km 时按表 5.3.6—2 的要求控制，采用地基系数 K_{30} 和孔隙率 n 或压实系数 K 作为控制指标；旅客列车设计时速等于或小于 160 km 时按表 5.3.6—3 的要求控制，对细粒土、粉砂、改良土采用压实系数 K 和地基系数 K_{30} 作为控制指标，对砂类土（粉砂除外）采用相对密度 D_r 和地基系数 K_{30} 作为控制指标，对砾石类、碎石类采用地基系数 K_{30} 和孔隙率 n 作为控制指标，块石类采用地基系数 K_{30} 作为控制指标。

表 5.3.6—2 时速 200 km 基床以下路堤填筑压实质量标准

压实标准 \ 填料类别	细粒土	粗粒土	碎石土
地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥ 90	≥ 110	≥ 130
孔隙率 n (%)	—	< 31	< 31
压实系数 K	≥ 0.90	—	—

注：K 为重型击实标准（下同）。

表 5.3.6—3 时速 160 km 基床以下路堤填筑压实质量标准

层次	压实指标 \ 填料类别 铁路等级	细粒土、粉砂、改良土		砂类土 (粉砂除外)		砾石类		碎石类		块石类	
		I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级
不浸水部分	压实系数 K	0.90	0.90	—	—	—	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/m)	80	80	80	80	110	110	120	120	130	130
	相对密度 D_r	—	—	0.7	0.7	—	—	—	—	—	—
	孔隙率 n (%)	—	—	—	—	32	32	32	32	—	—

续上表

层次	填料类别 铁路等级 压实指标	细粒土、粉砂、改良土		砂类土 (粉砂除外)		砾石类		碎石类		块石类	
		I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级
浸水部分及桥涵两端	压实系数 K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/m)	—	—	(80)	(80)	(110)	(110)	(120)	(120)	(130)	(130)
	相对密度 D_r	—	—	(0.7)	(0.7)	—	—	—	—	—	—
	孔隙率 n (%)	—	—	—	—	(32)	(32)	(32)	(32)	—	—

注：括号内为砂类土（粉砂除外）、砾石类、碎石类、块石类中渗水土填料的压实标准。

6 基床以下路堤顶面外形尺寸允许偏差应按表 5.3.6—4 的要求控制。

表 5.3.6—4 基床以下路堤顶面外形尺寸允许偏差

序号	检验项目	允许偏差	
		设计速度 200 km/h 铁路	设计速度 ≤160 km/h 铁路
1	高程	±50 mm	±50 mm
2	中线至边缘距离	±50 mm	±50 mm
3	宽度	不小于设计值	不小于设计值
4	横坡	±0.5%	±0.5%
5	平整度	土质路堤顶面：15 mm 填石路堤顶面：50 mm	土质路堤顶面：30 mm 填石路堤顶面：100 mm

5.4 基床底层填筑

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技术指南第 5.3.5 条的规定及下

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。填料复查应符合表 5.3.6—1 的要求。

2 在每一层的填筑过程中,应确认填料质量、含水率、松铺厚度、填料表面平整度符合设计及本技术指南第 5.4.2 条的要求后,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 或表 5.4.3—2 的要求控制。当设计速度为 200 km/h 时按表 5.4.3—1 控制,采用地基系数 K_{30} 和孔隙率 n 或压实系数 K 作为控制指标;当设计速度小于或等于 160 km/h 时按表 5.4.3—2 控制,对细粒土、粉砂、改良土应采用压实系数 K 和地基系数 K_{30} 作为控制指标,对砂类土(粉砂除外)应采用相对密度 D_r 和地基系数 K_{30} 作为控制指标,对砾石类、碎石类应采用地基系数 K_{30} 和孔隙率 n 作为控制指标,对块石类应采用地基系数 K_{30} 作为控制指标。

表 5.4.3—1 速度 200 km/h 基床底层压实质量标准

压实标准 \ 填料类别	细粒土	粗粒土	碎石土
地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥ 110	≥ 120	≥ 150
孔隙率 n (%)	—	< 28	< 28
压实系数 K	≥ 0.95	—	—

表 5.4.3—2 速度 ≤ 160 km/h 基床底层压实质量标准

压实指标 铁路等级 填料类别	细粒土、粉砂、改良土		砂类土 (粉砂除外)		砾石类		碎石类		块石类	
	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级
压实系数 K	(0.93)	0.91	—	—	—	—	—	—	—	—
地基系数 K_{30} (MPa/m)	(100)	90	100	100	120	120	130	130	150	150
相对密度 D_r	—	—	0.75	0.75	—	—	—	—	—	—
孔隙率 n (%)	—	—	—	—	31	31	31	31	—	—

注：细粒土、粉砂、改良土一栏中，有括号的仅为改良土的压实标准，无括号的为细粒土、粉砂、改良土的压实标准。

5 基床底层外形尺寸允许偏差按表 5.4.3—3 的要求控制。

表 5.4.3—3 基床底层外形尺寸允许偏差

序号	检验项目	允许偏差
1	高程	± 20 mm
2	中线至边缘距离	不小于设计值
3	宽度	不小于设计值
4	横坡	$\pm 0.5\%$
5	平整度	15 mm

5.5 基床表层填筑

5.5.1 基床表层级配碎石或级配砂砾石填筑前准备工作

1 施工前应做好级配碎石或级配砂砾石的备料工作。

2 拌和场内不同粒径的碎石、卵石或砂砾等集料应分类堆放。

3 级配碎石或级配砂砾石应采用拌和站场拌法生产。

4 在大面积填筑前，应根据初选的摊铺、碾压机械及填料，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，使之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、拌和运输、摊铺碾压、检测修整“四区段”和拌和、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于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。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，方格网纵向间距不宜大于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辆，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。

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 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, 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, 局部表面不平整处应补平并碾压。

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。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 基床表层采用 A、B 组填料或改良土填筑时, 填筑施工应符合本技术指南第 5.4 节的有关规定。

5.5.4 基床表层填筑施工控制

1 级配碎石或级配砂砾石的质量应符合本技术指南第 5.2.3 条的要求。

2 级配碎石或级配砂砾石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。每 2 000 m³ 复查一次。

3 基床表层级配碎石或级配砂砾石应分层填筑, 其填筑压实质量按表 5.5.4—1 的要求控制, 采用地基系数 K_{30} 和孔隙率 n 作为控制指标。

表 5.5.4—1 级配碎石或级配砂砾石基床表层填筑压实质量标准

填 料	压实标准	设计速度 200 km/h 铁路	设计速度 ≤160 km/h 铁路
级配砂砾石或级配碎石	地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥190	≥150
	孔隙率 n	<18%	<28%

4 基床表层 A、B 组填料及改良土填筑压实质量按表 5.5.4—2 的要求控制, 每 5 000 m³ 复查一次。对细粒土、粉砂、改良土应采用压实系数 K 和地基系数 K_{30} 作为控制指标; 对砂类土 (粉砂除外) 应采用相对密度 D_r 和地基系数 K_{30} 作为控制指标; 对砾石类、碎石类应采用地基系数 K_{30} 和孔隙率 n 作为控制指标。

表 5.5.4—2 基床表层填筑压实质量标准

填 料 类 别 压 实 指 标	细粒土、粉砂、改良土		砂类土 (粉砂除外)		砾石类		碎石类	
	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级	II 级
压实系数 K	—	(0.93)	—	—	—	—	—	—
地基系数 K_{30} (MPa/m)	—	(100)	—	110	150	140	150	140
相对密度 D_r	—	—	—	0.8	—	—	—	—
孔隙率 n (%)	—	—	—	—	28	29	28	29

注：细粒土、粉砂、改良土一栏中，有括号的仅为改良土的压实标准。

5 基床表层外形尺寸允许偏差按表 5.5.4—3 的要求控制。

表 5.5.4—3 基床表层外形尺寸允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	高程	$\pm 20 \text{ mm}$
2	中线至路肩边缘距离	不小于设计值
3	宽度	不小于设计值
4	横坡	$\pm 0.5\%$
5	平整度	15 mm
6	厚度	不小于设计值

5.6 加筋土路堤

5.6.1 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，按规定的批次进行检验。

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。

5.6.2 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 4.21.2 条的规定。

2 加筋土路堤填筑应分层摊铺、分层碾压，除符合第 5.3 ~

第 5.5 节有关规定外,还应符合下列要求:

- 1) 土工合成材料铺设后应及时填筑填料,避免受阳光直接暴晒时间过长。
- 2) 严禁施工机械直接在土工合成材料上行走作业。
- 3) 加筋土路堤与两端路堤应同步施工。
- 4) 加筋土路堤的边坡防护宜与路堤填筑同步施工。

5.6.3 施工控制

- 1 土工合成材料铺设允许偏差应符合表 4.21.6 的规定。
- 2 路堤填料应按本技术指南第 5.2 节的有关要求控制,路基压实质量应按表 5.3.6—2、表 5.3.6—3 或表 5.4.3—1、表 5.4.3—2 的要求控制。

5.7 路堤边坡

5.7.1 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。

5.7.2 路堤施工时,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。

5.7.3 路堤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线控制边坡平整度和坡度,方格网桩距不宜大于 10 m。

5.7.4 路堤边坡应密实、稳固、平顺。

5.7.5 路堤边坡外形尺寸允许偏差按表 5.7.5 的要求控制。

表 5.7.5 路堤边坡外形尺寸允许偏差

序号	检验项目	允许偏差
1	边坡坡率(偏陡率)	3% 设计坡值
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。

5.8 取 土

5.8.1 填方取土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。

5.8.2 取土坑面积应根据需要取土数量，结合坑深、施工方法和用地要求确定。

5.8.3 取土坑底应平顺，并有向外的排水坡。取土坑的边坡应稳定。

5.8.4 当条件适宜时，可采用深井降水、深坑取土和坡地取平等节约用地的措施。

5.8.5 取土时应保护环境。风景区或有特殊要求的施工地段，应按设计及时配套完成环保工程。对取土后的裸露面应作土地整治或采取防护措施。

5.9 雨 季 施 工

5.9.1 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。

5.9.2 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。

5.9.3 严禁在雨天进行非渗水土的填筑施工。

5.9.4 雨季填筑路堤，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，集中力量，快速施工，不宜全面铺开。

5.9.5 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。

5.9.6 雨后的路基面必须进行晾晒、刮除表面浮土和复压处理，并确认填料含水率合格后才能继续施工。

5.10 低温施工

5.10.1 昼夜平均气温在 0°C 以下且连续 15 d 时，应按低温施工办理。

5.10.2 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，并采取加强压实措施。

5.10.3 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，还应清除冰雪、疏干积水，坑洼处用与地基同类未冻土填平压实。处理后应随即掩盖以防冻结。

5.10.4 低温施工应采取以下措施：

- 1 施工地段的积雪宜在临开工前清除。
- 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宜用松土或草袋覆盖。
- 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。

5.10.5 低温施工的路基面及边坡的修整工作必须在解冻后进行。

5.11 沉降变形观测

5.11.1 路堤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。时速 200 km 路段路堤工后沉降量，一般地段不应大于 15 cm，年沉降速率应小于 4 cm/年；桥台台尾地段路堤工后沉降不应大于 8 cm。时速 160 km 路段路堤工后沉降量，I 级铁路一般地段不应大于 20 cm，年沉降速率应小于 5 cm/年，桥台台尾地段路堤工后沉降不应大于 10 cm；II 级铁路不应大于 30 cm。

5.11.2 路堤施工过程中应根据具体情况确定预留沉降量。

1 填筑路堤时，应根据路堤高度、填料种类、压实条件、地基情况、施工季节及延续时间等因素，估计填筑后路堤和地基的总沉降，预先加填沉降量，并考虑与桥台及两端线路纵坡顺接，适当调整预留量，待路堤竣工（铺轨）时，再根据路面沉降观测推算的剩余沉降量修正预留量。

2 预留沉降量后，路堤坡脚位置仍按设计路肩高程及边坡坡度测定，路基面按设计宽度施工。

5.11.3 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。

5.11.4 在填土过程中，应根据观测成果整理绘制“填土高—时间—沉降量”关系曲线图，分析路基沉降及侧向位移的趋势，用以指导现场施工。

5.11.5 边桩及沉降观测桩在施工期间每一填筑层应进行一次观测，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3d应观测一次。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5d观测一次；3个月后7~15d观测一次；半年后1个月观测一次，一直观测到预压期末。预压期后每3个月观测一次直至移交。当沉降速率变化较大时，应增加观测频次。

5.11.6 路基填筑至设计高程后，应按设计在路肩设观测桩，与边桩和沉降观测桩同步进行观测。

5.11.7 沉降观测资料应齐全、详实、规范，符合设计要求，并及时整理、汇总分析，提供给相关单位作为工后沉降评估的依据。

5.11.8 竣工验收时，沉降观测设施和观测资料应与工程同时移交给工程接收单位。

6 路 堑

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，应及时反馈给设计和监理单位。

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、排水设施。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他防渗措施。

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、裂缝或其他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；对影响施工和营业线行车安全的地段，应加设临时支护措施。

4 开挖爆破应按岩性、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，基床和边坡平顺且不破碎、不松动。凹凸不平处应用混凝土或浆砌片石补齐。

5 硬质岩路堑应根据岩体结构、结构面产状、岩性等，宜采用光面、预裂爆破等控制爆破技术。

6 边坡高度大于 20 m 的软弱松散岩质路堑，当岩层风化破碎、节理发育时，应根据边坡地质条件，结合机械化施工的特点，采用“边开挖、边支护”和坡脚预加固技术。

6.1.6 路堑开挖后的边坡不得长时间暴露，特别是跨雨季放置，应及时按设计要求进行防护处理。防护施工应符合本技术指南第 10 章的有关规定。

6.1.7 路堑开挖到设计标高时，应进行检测。当设计速度为 200 km/h 时，基床范围内不得夹有比贯入阻力 $P_u < 1.5$ MPa 或基本承载力 $\sigma_0 < 0.18$ MPa 的土层；当设计速度为 160 km/h 时，基床范围内不得夹有比贯入阻力 $P_u < 1.2$ MPa（其中Ⅱ级铁路 $P_u < 1.0$ MPa）或地基基本承载力 $\sigma_0 < 0.15$ MPa（其中Ⅱ级铁路 $\sigma_0 < 0.12$ MPa）的土层。否则应进行改良、换填或加固处理，

并与侧沟同步施工。

6.1.8 路堑边坡施工允许偏差应符合表 6.1.8 的规定。

表 6.1.8 路堑边坡施工允许偏差

序号	项 目	允许偏差
1	边坡坡率	不陡于设计坡度
2	变坡点位置	± 200 mm
3	平台位置	± 200 mm
4	平台宽度	± 50 mm

6.2 路 堑 基 床

6.2.1 不易风化硬质岩石基床，应将路基面做成向两侧 4% 的排水坡，做到表面平顺，肩棱整齐，对凹凸不平处应以混凝土或级配砂砾石、级配碎石填平。

6.2.2 强风化硬质岩石、软质岩石及土质路堑基床表层应符合下列要求：

1 当设计速度为 200 km/h 时，基床表层应换填级配砂砾石或级配碎石，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 基床表层压实标准

填 料	厚度 (m)	压 实 标 准			
		设计速度 200 km/h		设计速度 160 km/h	
		地基系数 K_{30} (MPa/m)	孔隙率 n (%)	地基系数 K_{30} (MPa/m)	孔隙率 n (%)
级配砂砾石	0.6	≥ 190	< 18	≥ 150	< 28
级配碎石	0.5	≥ 190	< 18	≥ 150	< 28
中粗砂	0.1	≥ 130	< 18	≥ 130	< 18

注：施工过程中，中粗砂可按相对密度 ≥ 0.67 控制。

2 当设计速度为 160 km/h 时,基床表层土质应满足本技术指南第 5.2.3 条的有关规定,否则应进行换填或土质改良等措施;基床表层天然密实度不得小于表 5.5.4—2 的要求,否则应采取压实措施;基床表层采用换填级配砂砾石或级配碎石时,其压实质量按表 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。

6.2.3 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,待基床表层施工时挖除。

6.2.4 基床底层施工允许偏差应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 路堑基床施工允许偏差

序号	项 目	允许偏差
1	高程	± 20 mm
2	中线至路肩边缘距离	$+100$ 0 mm
3	宽度	不小于设计值
4	横坡	$\pm 0.5\%$
5	平整度(土质路堑)	15 mm
6	厚度	不小于设计值

6.3 半填半挖路基

6.3.1 开挖应符合本技术指南第 6.2 节的有关规定。

6.3.2 填筑应符合本技术指南第 5.3~第 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,换填宽度、深度、范围及填料应符合设计要求,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 4.21.2 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，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。

6.4.2 渗水暗沟沟槽开挖时，硬质岩石应采用预裂爆破或光面爆破。软质岩石或土质宜采用机械挖槽，使得沟槽侧壁平顺。

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。

6.4.4 渗水暗沟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 以上应分层轻振夯实。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数量。

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。

3) 爆堆的位置、高度符合爆破任务要求；爆后需移运的石块块度适于铲挖、装运。

3 在居民聚居地、交通干道、风景名胜區、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) 炮孔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 ~ 0.3 W 。

4 在深孔爆破中,炮孔装药宜实行底部和柱部分部装药,柱部的线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 在石质路堑开挖施工中宜采用光面爆破、预裂爆破与深孔爆破相结合的施工方法;边坡坡率为 1: 0.1 ~ 1: 0.75 的岩石边坡必须采用光面爆破或预裂爆破开挖,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参数的确定应符合现行《铁路路堑

边坡光面（预裂）爆破技术规程》（TB 10122）的规定。

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高程上。

5 预裂炮孔和主炮孔同次起爆时，预裂炮孔应在主炮孔前起爆，超前时间不宜小于 75 ms。

6 光面爆破可采用预留光爆层的办法实施。光面炮孔与主炮孔同次起爆时，光面炮孔应滞后相邻主炮孔起爆，滞后时间宜为 50 ~ 150 ms，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 坡面半孔率，硬岩不小于 80%，中硬岩不小于 60%，软岩不小于 30%。

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 坡面上不应有明显可见的爆振裂纹，坡面稳定、美观。

6.6 弃 土

6.6.1 弃土的位置与高度应保证路堑边坡、山体和自身的稳定。弃土内侧坡脚至堑顶的距离应根据路堑土质条件和边坡高度确定，不宜小于 5 m，并不得影响附近建筑物、农田、水利、河道、交通和环境等。

6.6.2 陡坡路基和深路堑地段的弃土应置于山坡下侧并间断堆填，以保证弃土内侧地面水能顺利排出。

6.6.3 在土质松软的路堑和岩层倾向线路且倾角对边坡不利的地段，不应在堑顶弃土。

6.6.4 弃土应符合下列规定：

1 在不影响路堤稳定时，弃土可紧贴路堤坡脚填成护道，并按填筑路堤的要求分层压实。

2 严禁在岩溶漏斗、暗河口、泥石流沟上游及贴近桥墩、台弃土、弃渣。

3 沿河岸或傍山路堑的弃土，不得弃入河道、挤压桥孔或涵洞口、改变水流方向和加剧对河岸的冲刷。

4 不得向江、河、湖泊、水库、沟渠弃土、弃渣。

5 不宜沿江、河、海的岸滩堆置弃土、弃渣。

6.6.5 弃土、弃渣场应按照设计及时完成防护工程。

7 过渡段

7.1 一般规定

7.1.1 过渡段结构形式应满足设计要求。

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 过渡段地基加固工程宜在桥涵基础施工前完成。

3 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。

4 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。

5 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 30 cm，最小压实厚度不宜小于 15 cm，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。

6 过渡段级配碎石应和与其相连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、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。

7.1.3 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，应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，具体的摊铺厚度及碾压遍数应通过工艺试验确定。

7.2.2 沉降位移观测

- 1 过渡段的沉降观测应按设计要求进行，过渡段范围内的路肩上均应按设计布置沉降观测桩。
- 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位移观测。测点布置宜与相邻路堤软土地基表面的沉降位移观测位置相协调。
- 3 观测装置埋设、观测精度及频度应符合本技术指南第 5.11 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，具体的摊铺厚度及碾压遍数应通过工艺试验确定。

7.3.2 沉降观测应按设计要求进行，并应符合本技术指南第 5.11 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 20 cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数应通过工艺试验确定。

7.4.2 沉降观测应按设计要求进行，并应符合本技术指南第 5.11 节的有关规定。

7.5 其他过渡段

7.5.1 路基与隧道连接时，应按设计要求设置过渡段。施工应符合本技术指南第 7.2.1 条和第 7.4.1 条的有关规定。

7.5.2 不同基床厚度变化处的路基连接地段，应按设计设置长度不小于10 m的过渡段。

7.5.3 对地质条件突变或采用不同处理方法会造成明显沉降差异的地基，应按设计要求设置过渡段。

7.6 施 工 控 制

7.6.1 过渡段填筑高度小于基床厚度时，基底压实质量应符合设计要求；填筑高度大于基床厚度时，基底压实质量应达到地基系数 $K_{30} \geq 60$ 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5.2.4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表5.5.4—1的要求控制；基床表层以下路堤填筑级配碎石压实质量应按表7.6.4的要求控制。填筑A组填料压实质量应按表5.4.3—1或表5.4.3—2的要求控制。

表 7.6.4 过渡段基床表层以下路堤填筑级配碎石压实质量标准

填料	地基系数 K_{30} (MPa/m)	孔隙率 n
级配碎石	≥ 150	$< 28\%$

7.6.5 加入水泥的级配碎石混合料宜在2 h内填筑压实完毕。

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表5.4.3—3的要求；基床表层外形尺寸允许偏差应符合表5.5.4—3的要求。路堤边坡允许偏差应符合表5.7.5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10.2节的有关要求。

8 特殊路基

8.1 软土地段路基

8.1.1 施工准备

1 软土地区的路基应提前安排施工，并应充分考虑必需的预压期，特别是采用排水固结措施加固的地基更应及早安排施工。

2 施工场地应于开工前疏干地表水，清除杂草、树根、淤泥、石块、垃圾等杂物，整平场地，迁移电线、电缆及地下管道等设施，并按设计进行基底处理。

3 开工前应合理规划运土路线，运土道路应采用合格的填料填筑，其基底应作适当排水、加固处理，路面结构应能满足重载行车的需要。

4 技术复杂或工程量较大的软土路基，应编制单项实施性施工组织设计，并按照填土要求的时间，合理部署，周密计划，选用正确的施工方法，做到均衡施工。

5 施工前应选择试验段进行工艺试验，确定施工工艺，指导全段施工。

8.1.2 软土地段路堤填筑施工

1 做好排水系统，避免积水浸泡路基。

2 施工中应严格控制填土速率，施工组织应结合填土的特殊要求，合理安排。

3 软土地段路堤填筑施工均应按设计要求设置观测点，定期观测路基面和地面沉降量、边桩水平位移量等。观测方法可采用沉降板、水位杯和边桩等，观测频次按设计要求和实际变形情

况确定。

4 软土地段路堤反压护道宜与路堤本体同时分层填筑、压实。

8.1.3 施工控制

1 软土地基上填筑路堤应在边坡坡脚外设置边桩进行水平位移观测，在路堤中心线地面上设置地基沉降观测装置进行地基沉降观测，同时应对观测装置采取有效的保护措施。沉降及位移观测应符合本技术指南第 5.11 节有关规定。路堤填筑速率应满足下列要求：

- 1) 天然地基、排水固结法处理的地基，填筑时间不应小于地基抗剪强度增长需要的固结时间。
- 2) 路堤中心地面沉降量每昼夜不得大于 10 mm，边桩水平位移量每昼夜不得大于 5 mm。当超过任一限值时，应减缓填筑速率或停止填筑，当观测值恢复到限值内再进行填筑。

2 路堤和反压护道均应采用合格的填料填筑，其压实标准与一般路堤相同。

3 施工过程中应及时对沉降观测资料进行分析。

4 填筑路堤时，应按本技术指南第 5.11.2 条的要求预留沉降量。

5 路堤施工允许偏差应符合本技术指南第 5 章有关规定，反压护道施工允许偏差应符合表 8.1.3 的要求。

表 8.1.3 反压护道施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	高程	± 50 mm
2	宽度	± 50 mm
3	横向坡度	$\pm 0.5\%$ 设计值
4	边坡坡度	$\pm 0.5\%$ 设计值

8.2 膨胀土（岩）路基

8.2.1 施工准备

- 1 施工前应按设计要求进行地基处理。
- 2 施工前应结合永久性排水设施做好地表及地下排水。
- 3 需进行改良的膨胀土应按设计要求进行改良配合比试验。
- 4 填筑前应选择试验段进行工艺性试验，确定施工工艺参数，并报监理确认。
- 5 施工前要对全线路基填料来源和膨胀性进行核查。

8.2.2 膨胀土（岩）路堤施工除应符合本技术指南第5章的要求外，尚应符合下列规定：

1 基床以下路堤不得直接使用中、强膨胀土（岩）填筑；采用弱膨胀土（岩）作路堤填料时，应采取改良或加强边坡加固及防排水措施。

2 基床表层不得采用膨胀土（岩）或其改良土填筑；基床底层采用膨胀土（岩）作填料时，应进行土质改良。

3 直接用膨胀土（岩）填筑时，应采用重型压路机分层压实，分层厚度不得大于30 cm，填料含水率必须控制在最优含水率 $\pm 2\%$ 以内，土块应破碎。

4 膨胀土（岩）改良后填筑时，施工应符合现行《铁路路基改良土技术规程》的有关规定。

5 膨胀土（岩）路堤的施工预留沉降量，应参照本技术指南第5.11.2条的规定，膨胀土可酌情增加，膨胀岩可酌情减少。

8.2.3 膨胀土（岩）路堑施工除应符合本技术指南第6章的要求外，尚应符合下列规定：

1 路堑施工必须从上至下进行开挖，开挖面应随时保持不小于4%的排水坡，严禁积水。

2 深长路堑施工宜按边坡平台的高度分级开挖，挖一级，护一级。

3 路堑高侧山坡不应设置弃土堆。弃土堆距边坡顶不应小于 10 m。

4 不宜采用爆破法开挖。当岩质较硬需要爆破时，应控制药量，采取措施减少振动。

5 设有支护结构的边坡应紧跟开挖砌筑。

6 路堑基床换填深度应符合设计要求。基床表层应全部换填符合相应铁路等级标准要求的填料；基床底层应采取换填或土质改良措施。基床换填要紧随开挖完成，当有困难时，应暂留厚度不小于 0.5 m 的保护层，待换填时挖除。基床底层顶面或换填底面应按设计进行封闭或隔水处理。

7 基床改良土施工应符合现行《铁路路基改良土技术规程》的有关要求。

8.2.4 膨胀土（岩）路基边坡防护施工应符合下列规定：

1 边坡防护应紧跟开挖工序施工，减少暴露时间。当有困难时，坡面应暂留厚度不小于 0.5 m 的保护层。

2 路堑护坡应按设计要求设置泄水孔和伸缩缝。

3 坡面有地下水出露时应作引排处理。

8.2.5 施工控制

1 膨胀土（岩）路基宜避免雨季施工。

2 对施工、生活用水应严加管理。对附近工农业用水应采取有效措施，防止流入和渗入路基范围。

3 必须及时作好天沟、侧沟、吊沟和排水沟的铺砌，并应随挖随砌，严防渗漏。

4 低路堤、低洼地段基底，应防止和排除地表积水；路堤坡脚应采取排水措施，防止受水浸泡。

5 铺砌挡土墙、护墙下的侧沟时，必须夯实墙前基坑回填土。

6 膨胀土路堤压实质量应符合本技术指南第 5 章的有关规定。

7 路堤施工允许偏差应符合本技术指南第 5 章的有关规定，路堑施工允许偏差应符合本技术指南第 6 章的有关规定。

8.3 黄土路基

8.3.1 施工准备

1 施工前应先做好地面排水设施。各种水沟铺砌必须保证质量，严防渗漏。

2 降雨量大的地区应及早作好边坡防护和冲刷防护。

3 黄土填料应进行室内试验复查，实测指标应符合设计要求。

4 填筑前应选择试验段进行工艺试验，确定工艺参数，并报监理确认。

8.3.2 黄土路堤施工除应符合本技术指南第 5 章要求外，尚应符合下列规定：

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方可填筑路堤。

2 填筑路堤前应将松散的地基表层洒水碾压至规定密度。路堤两侧排水沟以内的坑洼和松散地面皆应整平压实至干密度不小于 15 kN/m^3 ，并不得积水。

3 I 级铁路的基床表层不得采用黄土或黄土改良土作填料。

4 基床底层可采用黄土改良土作填料。在年平均降水量大于 500 mm 的地区，其塑性指数大于 12、液限大于 32% 时，应采取土质改良或加固措施。

5 填筑黄土路堤应采用重型压路机及时碾压。

6 路堤施工预留沉降量按本技术指南第 5.11.2 条的规定，并可酌情增加。

8.3.3 黄土路堑施工除应符合本技术指南第 6 章要求外，尚应符合下列规定：

1 黄土路堑必须按设计坡度自上而下进行开挖，并保持坡面平顺，对深长路堑宜按边坡平台的高度分级开挖，分级排水、防护。

2 施工前应做好天沟。天沟距堑顶边缘不得小于 5 m。堑顶边缘外相当于边坡高度加 5 m 范围内的洼地、裂缝应用土填平并压实至干密度不小于 15 kN/m^3 。

3 弃土堆应远离边坡外缘，不得影响边坡稳定；深路堑边坡顶不得设置弃土堆。

4 I 级铁路的基床表层应进行换填处理，填料应符合有关规定，基床表层以下应采取换填或土质改良措施；II 级铁路的基床表层应采取换填或土质改良等措施。基床表层底部应采用复合土工膜进行封闭、隔水处理。

5 基床土质改良施工应符合现行《铁路路基改良土技术规程》的有关要求。

8.3.4 黄土陷穴处理施工应符合下列规定：

1 对流向陷穴的地面水，应采取拦截引排措施；对堑顶的裂缝和积水洼地，应填平夯实；对路堤应做好靠山侧的排水工程，并填平夯实积水洼地。

2 对浅的陷穴应按实际情况进行明挖，并用黄土回填，分层夯实。

3 对小而直的竖向陷穴可灌入干砂，用棒捣实，并用黏土封顶夯实。

4 对洞径不大、洞身曲折、离路基较远的陷穴，可取黏土、水泥加水拌和成泥浆，用泥浆泵多次灌注充填。

5 对大而深的陷穴可跟踪开挖导洞，从内向外用黄土回填夯实，并用黏土夯填封口。

8.3.5 施工控制

1 黄土路基宜在旱季施工。当在雨季施工时，应集中力量快速施工，工作面应随时保持不小于 4% 的排水坡，边坡脚不得

受水浸泡、冲刷。

2 黄土路堤的压实质量应符合本技术指南第 5 章的有关规定，且干密度不小于 15.5 kN/m^3 。

3 填料含水率应严格控制在规定范围内，并宜接近最优含水率。

4 路堤施工允许偏差应符合本技术指南第 5 章的有关规定，路堑施工允许偏差应符合本技术指南第 6 章的有关规定。

8.4 盐渍土路基

8.4.1 施工准备

1 施工前，作好盐渍土地基、填料含盐量的复查和试验，对含盐量超过要求的不得使用。

2 施工前应结合永久排水设施作好地表水和地下水的排放。

3 填筑前应选择试验段进行工艺试验，确定工艺参数，并报监理确认。

8.4.2 用含盐量符合设计要求的盐渍土填筑路堤时应符合下列规定：

1 对设有隔断层的路堤，应清除植物根茎，将地基压实。隔断层应沿地基横坡全断面均匀填筑或铺设。当采用渗水土时，施工应符合本技术指南第 5.3 节的规定；采用复合土工膜时，施工应符合本技术指南第 4.21 节的规定。

2 当地基和天然护道的表土含盐量大于设计容许值时应予铲除，并形成向两侧 2% 的横向排水坡。设隔断层时可不铲除。

3 盐渍土路基施工，自清除基底的盐渍土开始，应工序衔接，连续施工，一次做到设计规定的路基标高。在采用隔断层的地段，至少要一次做到隔断层的顶部，以避免路基的再盐渍化和形成新的盐壳。

4 填料的含水率大于最优含水率时，可采用开挖临时排水

沟,排除地表水和地下水,并降低地下水位,亦可采用挖槽晾晒、翻拌晒干的办法。当含水率小于最优含水率时应洒水加湿。

5 路堤预留沉降量应符合本技术指南第 5.11.2 条的规定。

8.4.3 盐渍土路基的坡面防护,应配合开挖和填筑及时进行,防止表层土松胀、溶失、风蚀。

8.4.4 石膏土地段路基施工应符合下列规定:

1 雨季开挖路堑前,必须先做好天沟、排水沟,并及时铺砌。

2 侧沟、平台均应整平、夯实。

3 路堤地基为松散的石膏土时应按设计进行处理。

8.4.5 施工控制

1 盐渍土路堤严禁雨季取土填筑。

2 路堤基床不得采用盐渍土、石膏土作填料;基床以下不应采用石膏土作填料。采用盐渍土作填料时,每取 $1\,000\text{ m}^3$ 填料应作一组测试,每组取 3 个土样,其易溶盐含量不应超过设计容许值。

3 盐渍土填料的含水率应严格控制,不应大于最优含水率。

4 盐渍土路堤压实质量应符合本技术指南第 5 章的有关规定。

8.5 冻土路基

8.5.1 多年冻土路基施工准备

1 施工前应通过现场复查、核对设计文件,了解路基所处位置的冻土分布、类型、多年冻土上限、冻层上限、地面水、地下水以及热融、冰丘、冰椎、冻土沼泽等情况。

2 施工组织设计必须严格遵循“保持地温,保护冻土环境、地表覆盖层和植被”的原则。

3 及时做好排水设施,防止地表水流入或渗入路基基底和边坡。

4 修筑便道均应离开路堤坡脚或堑顶不少于 20 m 。

5 冻土路堤施工应选择试验段进行工艺性试验,确定工艺参数,并报监理确认。

8.5.2 富冰冻土、饱冰冻土或含土冰层地段路堤施工

1 保温护道宜与路堤本体同时分层填筑。

2 各种施工机械和车辆不得沿路堤坡脚与排水沟之间行驶,并宜少设穿行通道,保持地表平顺完整,减少对天然地基的破坏。

3 修筑不需处理地基的低路堤时,应在最大融化季节前一次填筑完成。

4 必须保持路基与周围冻土处于冻结状态。排水系统与路基坡脚应保持足够距离。高含冰量冻土集中地段,严禁坡脚滞水、路侧积水,边坡应及时防护。

5 填筑路堤时,应设置观测点,定期观测路堤的沉降。

8.5.3 富冰冻土、饱冰冻土或含土冰层地段路堑,当按保护冻土原则设计时,宜在寒季施工,所有换填、保温、防护、排水等设施均宜在春融前完成。如需在暖季施工,应采取临时保温措施,并不得在雨季施工。

8.5.4 季节性冻土路基宜在暖季施工。当需要在寒季进行低温施工时,应符合本技术指南第5.10节的要求。

8.5.5 施工控制

1 各项工程应在寒季配套完成。

2 在冻胀丘、冰椎地段,应防止地下水出露形成新的冻胀丘、冰椎,危害路基。

3 冻土地基上的路堤填筑应按设计最大融沉量考虑路基的加宽值,并综合考虑路堤沉降量和地基融沉量调整预留沉降量。

4 冻土路基压实质量应符合本技术指南第5章的有关规定。

5 冻土路堤护道施工允许偏差应按表8.5.5的要求控制。

表 8.5.5 冻土路堤护道施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	高程	± 50 mm
2	厚度	± 50 mm
3	宽度	± 50 mm
4	横向坡度	+1% 的设计值
5	边坡坡率	$\pm 0.5\%$ 的设计值

6 路堤施工允许偏差应符合本技术指南第 5 章的有关规定，路堑施工允许偏差应符合本技术指南第 6 章的有关规定。

8.6 浸水、水库路基

8.6.1 河滩、滨河路堤宜在枯水季节施工，并应在洪汛前做完水下防护工程；滨海路堤可利用潮汐间歇期或采用围堰拦潮施工；水库路堤宜在水库蓄水前或低水位时期施工。有条件时均宜采用围堰疏干施工。

8.6.2 浸水、水库路堤施工，应符合本技术指南第 5.3 ~ 第 5.5 节的有关规定。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 30 cm，填料的含水率应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 0.5 m 后按一般路基施工。

8.6.3 浸水、水库路堤的填料种类及使用条件应符合设计要求。其浸水部分应采用渗水土填筑，并严格按设计要求控制好边坡坡度，其坡度不得陡于设计坡度。

8.6.4 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 0 ~ +100 mm。

8.6.5 填筑桥头河滩路堤，不应在河滩上取土，当有困难时，可在路堤下游一侧设计许可的范围内间隔取土。填筑滨海路堤，不得在临海一侧取土。

8.6.6 当路堤地基软弱时，应按照设计和本技术指南第 8.1 节的有关规定施工。

8.6.7 浸水、水库路堤的预留沉降量，应符合本技术指南第 5.11.2 条规定，并宜适当加大。

8.6.8 浸水、水库路堤和水库岸坡的各种防护，应按本技术指南第 10 章的有关规定施工。

8.7 滑坡地段路基

8.7.1 滑坡地段路基宜在旱季集中力量组织施工，并应及时采取防止滑坡继续恶化的措施。

8.7.2 在滑坡地段施工应设观测点，按设计要求的观测频次观测滑体动态，分析情况，采取安全措施。观测应进行至完工后一个雨季，观测资料应编入竣工文件。

8.7.3 滑坡地段地面排水工程施工应符合下列规定：

1 应先做好滑坡体外的截、排水沟，并随开挖随铺砌。对施工用水应严加管理，防止渗入滑坡体内。

2 滑坡体上不得积水，裂缝应夯填密实，洼地应整平压实。水沟应铺砌，或采取其他临时排水措施。

3 各种水沟应加强检查维修，随时保持完好、畅通。

4 临时排水宜采用搭接式或插接式槽、管，发生变形后应立即整修。

8.7.4 地下渗沟施工，应做到位置、高程及尺寸准确，反滤层材料粒径应合格，其含泥量不得大于 3%。采用无砂混凝土块板或土工合成材料做反滤层时，应按设计要求敷设。

8.7.5 渗水、泄水洞施工应符合现行《客货共线铁路隧道施工技术指南》的有关规定，并符合下列要求：

1 应按照“短开挖、弱爆破、强支护、快衬砌”的原则安排施工。

2 施工中应严密监视堑顶、洞壁和支护。发现裂纹或异常

现象时，应加强临时支护，保持排水畅通，同时应查明原因，采取措施，加快挡土结构或其他整治设施的施工，待滑坡体稳定后再进行衬砌。

8.7.6 仰斜钻孔疏排地下水，应在滑坡处于相对稳定时进行，施工应符合下列规定：

1 钻机、孔口及钻具上应有可靠的导向设施。施钻时应根据地质情况适当控制压力，随时检查钻具，使之处于正常工作状态，确保钻孔达到设计要求的集水区。

2 当利用垂直钻机改装施钻仰斜孔时，应采取有套管的钻进方法。

3 采用车载水平钻机施钻仰斜孔，当孔深过大时应将钻机卸下直接固定在地面上。施钻应按地质情况和钻孔深度，结合钻机性能配置适宜的钻具，分别采取冲击或正、反循环等钻进方式。施钻中应适当控制钻具转速和循环水量。

8.7.7 采用减重、加载措施时，开挖和填筑应按设计进行。施工应符合下列规定：

1 减重应自上而下开挖，开挖面应立即整平压实，并夯填裂缝。平台上的排水设施和坡面防护应及时做完。

2 弃土应堆置在滑坡区以外或设计指定的阻滑区。

3 加载的填土和减重的弃土，不得堵塞滑体下部的渗、排水出口。

8.7.8 当设有地下排水设施和支挡结构时，应先做排水设施、后做支挡结构，或互相穿插配合施工。

8.7.9 在滑坡体上开挖路堑或修筑抗滑支挡结构，应符合本技术指南第6章或第9章的有关规定，并应符合下列要求：

1 应采取分段跳槽法施工，严禁大段拉槽开挖。砌筑应紧跟开挖进行，并随即回填夯实。开挖与砌筑时均应加强支撑或临时锚固，并随时检查其受力状态，及时加固。

2 抗滑桩、锚索施工应从两端开始逐步向滑坡主轴方向进

行。

3 采用抗滑挡土墙共同支挡时，应先做抗滑桩后做挡土墙。

4 临时支护、锚固设施宜与永久性支挡结合，一般不宜拆除。多排支挡时，宜先上后下进行。

8.7.10 滑坡地段路基施工，应及时完成路堤、河岸的冲刷防护及导流建筑物。

8.8 危岩、落石和崩塌与岩堆地段路基

8.8.1 在危岩、落石和崩塌与岩堆地段开挖路堑或清除崩塌体时，应严密检查，并设桩点观测滑体变化情况，采取安全措施，以防止岩体脱落造成崩塌、落石和人身事故。开挖石方应采用控制爆破，并从上往下进行。

8.8.2 崩塌地段刷坡时，应明确清刷范围，并作出明显标志。

8.8.3 在范围较大且有地下水的错落地段，应按本技术指南第8.7节的有关规定施工。

8.8.4 危岩、落石地段各项防治设施应及时配套完成，并符合下列规定：

1 落石台和落石槽的纵、横坡度应按设计要求修筑平顺。坡面防渗层应随即施工，及时完成。

2 土质拦石堤应分层填筑压实。堤的两侧有挡土、防护结构时，应与堤身配合同步施工。拦石墙、堤的背面设有缓冲土层时，应填铺均匀。

3 拦石网和拦石栅应按设计要求结合实际地形布置施工，网不可绷得太紧，应放松略呈弧形。

8.8.5 路堑基床及路堤基底处于岩堆体土质时，应按设计采取原地碾压、翻挖夯实、换填或灌浆加固等处理措施。

8.9 岩溶、洞穴地段路基

8.9.1 岩溶地段路基施工，应先做引排岩溶水、地面水设施，

防止地表水集中下渗。当利用天然泄水洞排水时，不应使所在自然汇水区以外的地面水流入洞内。

8.9.2 对堑顶或基底附近出现的岩溶水、上升泉水，应通过变更设计处理，不得任意堵塞其出口。

8.9.3 岩溶应按本技术指南第4.23节有关规定进行处理。施工过程中发现路堤下或堑底下有未出露的溶洞时，应通过变更设计处理。

8.9.4 对路基稳定有影响的溶洞，必须按照设计进行处理，其排水、回填和支顶设施，应按规定施工。

8.9.5 煤窑、墓穴、地窖、枯井、掏砂井和地下渠道等人工洞穴及煤矿采空区路基施工，应按设计要求进行，并符合本技术指南第4.24.5条的规定。

8.10 风沙路基

8.10.1 风沙地区路基宜在风速较小或有雨季节分段集中施工，并在大风来临前配套完成。

8.10.2 施工中应采取措施保护线路两侧防护范围内原有的地表植被和硬壳。当施工使其受损时，应按设计要求设置覆盖防护。

8.10.3 风沙地区路基施工应符合下列规定：

1 路堤应随供土、随摊铺、随压实，每次施工的未完部分，应结合气象、风沙流情况作必要的临时防护。

2 弃土堆、取土坑应设在路基的背风一侧，其距路堑、路堤的距离应符合设计要求。当其设有防护时，应于取、弃土后随即施工。

3 路肩和边坡的防护层，应随路基填筑、开挖一次做成。

4 固沙、阻沙设施应随路基主体工程及时配套完成。

8.11 雪害路基

8.11.1 雪害防护林带施工应符合下列规定：

- 1** 防护林带的树种，应通过调查、会同设计单位选定。
 - 2** 林带应连续成林，带宽一致，密度均匀。
 - 3** 应经常养护管理，使林木正常、快速成长。
 - 4** 林带中植株未成活时，应进行补种。
- 8.11.2** 栅栏、沟、堤或导风板等防雪设施，应构筑稳固、体形整齐，并在雪害季节前配套完成。
- 8.11.3** 在可能发生雪崩地段施工时，应制定应急预案，并对雪体严密监视，保证施工安全。

9 支 挡 结 构

9.1 一 般 规 定

9.1.1 在岩体破碎、土质松软或有水地段修建支挡结构，宜在旱季施工，并应集中力量分段施工，不应长段拉开挖基。

9.1.2 支挡结构基坑开挖前，应做好截、排水及防渗设施。雨季施工宜搭设雨棚。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。

9.1.3 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，方可进行基础施工。当地质情况与设计不符或基底承载力不足时，应按规定变更设计。

9.1.4 支挡结构端部伸入路堤或嵌入地层部分应与墙体结合在一起施工。路堑支挡结构顶面应设置 4% 的排水坡与边坡相接，其间隙应填实并封闭。

9.1.5 支挡结构与桥台、隧道洞门应合理连接，配套施工。

9.1.6 支挡结构施工所用材料的品种、规格、质量和混凝土、砂浆强度应符合设计要求。有耐久性设计要求的混凝土施工应满足现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的有关规定。

9.1.7 支挡结构背后填料及填筑、压实应符合设计要求。

9.1.8 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。折线挡墙易积水处应设置泄水孔。

9.1.9 支挡结构施工允许偏差应按表 9.1.9 的要求控制。

表 9.1.9 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			0, +20
	宽度 (前缘至后缘)			0, +20
	顶面高程 (水平基线)			±20
墙身	前边缘距路基中线			0, +20
	厚度 (前缘至后缘)			0, +20
	顶面高程			±20
	垂直度	h ≤ 5 m		10
		h > 5 m		15
预制钢筋混凝土 构件 (板、柱、 块体)	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/1 000
	上表面平整			

注: h 为柱、墙高度; L 为构件长度 (mm)。

9.2 重力式挡土墙

9.2.1 基础形式应严格按设计要求施工。当采用桩基础或沉井基础时, 施工应符合现行《客货共线铁路桥涵工程施工技术指南》的有关规定。当采用明挖基础时, 应符合下列规定:

1 当基坑开挖较深且边坡稳定性差时, 应采取分段、跳槽

开挖和临时支护措施。

2 基坑挖到设计标高后，应将基底表面风化、松软土石清除干净。

3 坚硬岩石基坑中的基础，宜满坑施筑。

4 雨季在土质或宜风化软石基坑中施工基础时，应在基坑挖好后及时封闭坑底。

5 基坑应随基础施工分层回填夯实，顶面做成向外不小于4%的排水坡。

9.2.2 墙身施工应符合下列规定：

1 墙身混凝土施工宜一次立模浇筑。

2 墙面应平顺整齐，墙顶排水及防渗设施应及时施工。

3 伸缩缝与沉降缝内两侧壁应竖直、平齐，缝中防水材料应按设计深度填塞紧密。

4 泄水孔应在砌筑墙身时留置，必须排水通畅，并应保证墙背反滤、防渗设施的施工质量。

5 墙背应及时分层填筑，密实度应符合设计要求。

6 墙背拆模时，宜在墙背侧设置临时支撑。

9.2.3 挡土墙栏杆、检查梯或台阶应连接牢固，外观整齐；钢铁构件应及时进行防锈处理。

9.3 短卸荷板式挡土墙

9.3.1 短卸荷板式挡土墙施工应符合本技术指南第9.2节的规定。

9.3.2 墙背填土必须严格按照设计规定的填料和压实标准施工。墙背反滤层宜用粒径5~40 mm的级配砂卵石随填土、随填筑。

9.3.3 当采用预制时，应在板上预留设置板下竖直短钢筋的插入孔，并在达到设计强度的90%后方可吊运安装。

9.3.4 墙背填土至卸荷板底面后，应整平至与下墙顶面齐平。安装卸荷板时，应在板底上先铺一层水泥砂浆，精确整平后方可安装卸荷板。

9.3.5 卸荷板式挡土墙的施工允许偏差除应符合表 9.1.9 规定外，还应符合下列规定：基坑底高程为 ± 50 mm；基底斜面坡率为 $\pm 1\%$ ；墙前边沿线偏移为 $^{+30}_{-10}$ mm；板底高程为 ± 20 mm。

9.4 悬臂式和扶壁式挡土墙

9.4.1 凸榫必须按照设计尺寸及位置开挖，并与墙底板混凝土一同浇筑。

9.4.2 墙体必须按照设计尺寸和要求进行施工，应保持良好的水平或垂直状态。

9.4.3 每段墙的底板、面板和肋的钢筋应一次绑扎。混凝土宜一次完成浇筑，如有间断，第二次浇筑时，应保证新混凝土与已浇筑混凝土黏结牢固。浇筑混凝土应符合现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的有关规定。

9.4.4 浇筑混凝土后，应按规定进行养护。墙体必须达到设计强度的 70% 以上方可进行墙背填土，并应分层填筑、碾压密实，填料和密实度应符合设计要求。墙背反滤层应跟随填土同步施工。

9.5 锚杆挡土墙

9.5.1 锚杆类型、规格及性能应与设计相符，并应按设计尺寸下料、调直、除污、制造。

9.5.2 锚杆挡土墙应自上往下进行施工。施工前，应清除岩面松动石块，整平墙背坡面，并按设计要求作锚杆拉拔试验。

9.5.3 钻孔施工应符合下列规定：

1 根据设计孔径及岩土性质合理选择钻孔机具。

2 必须按照设计孔径、孔位、深度和倾角钻孔，孔轴应保持直线，孔位允许偏差为 ± 50 mm，深度允许偏差为 $^{+50}_{-10}$ mm。

3 钻孔后应用高压风吹净孔内粉尘、石渣。

9.5.4 安装普通砂浆锚杆应符合下列规定：

1 锚杆必须安装在钻孔中心，安装前应在锚杆上设置定位支架。

2 锚杆未插入岩层部分，应按设计进行防锈处理。在腐蚀环境下，钢筋表面可采用环氧涂层等进行处理。

3 有水地段安装锚杆，应将孔内的水排出或采用早强速凝药包式锚杆。

4 砂浆必须按设计配合比拌制，随拌随用。

5 锚孔注浆应采用孔底注浆法，注浆管应插至距孔底 5 ~ 10 cm 处，并随水泥砂浆的注入逐渐拔出。注浆压力一般为 0.2 MPa。

6 砂浆锚杆安装后，不得敲击、摇动；普通砂浆锚杆在 3 d 内，早强砂浆锚杆在 12 h 内，不得在杆体上悬挂重物；必须待砂浆达到设计强度的 70% 以上方可安装肋柱或墙面板。

9.5.5 安装墙面板时，应随装板、随作墙背回填。

9.5.6 锚杆头应按设计进行防锈处理和防水封闭。

9.5.7 分级平台应按设计采用混凝土进行封闭，并设 2% 的向外横向排水坡。

9.6 锚定板挡土墙

9.6.1 拉杆钢材及锚固件的品种、规格和性能应符合设计要求，使用前应按规定取样试验。拉杆埋于土中部分，应按设计要求进行防锈处理。

9.6.2 锚定板挡土墙挖基应符合本技术指南第 9.2.1 的有关规定。

9.6.3 墙背填料及压实要求应符合设计和本技术指南第 5 章的有关规定。墙背填料不得采用膨胀土、盐渍土，严禁采用有腐蚀作用的酸性土和有机质土。当挡土墙墙后填料为细粒土时，路基顶面应采取防、排水措施，设置柔性封闭层。

9.6.4 锚定板挡土墙墙背应按设计要求填筑渗水性材料或用无

砂混凝土板、土工织物作为反滤层，并应采取排水措施。

9.6.5 肋柱与锚定板均应预留拉杆孔洞。锚定板、肋柱与螺丝端杆连接处，在填土前宜用沥青砂浆充填，并用沥青麻筋塞缝。外露的端杆和部件应在填土下沉基本稳定后，再用水泥砂浆封填。

9.6.6 吊装肋柱时，应在基础的柱座槽内铺垫沥青砂浆，厚2 cm。肋柱的倾斜度应满足设计要求。

9.6.7 拉杆及锚定板埋设时，应在填土夯填至拉杆高度以上20 cm后再挖槽就位。挖槽时，宜使锚定板比设计位置抬高3 ~ 5 cm。严禁直接碾压拉杆和锚定板。

9.6.8 分级平台应按设计采用混凝土进行封闭，并设2%的向外横向排水坡。

9.7 加筋土挡土墙

9.7.1 施工前应检查地基承载力和基础砌体强度。预制构件的质量、尺寸、精度及拉筋材料的品种、性能均应符合设计要求，使用前必须抽样检查试验。

9.7.2 拉筋应具有粗糙面，并按设计布置水平铺设，当局部与填土不密贴时应铺砂垫平。连续铺设的拉筋接头应置于其尾部。拉筋尾端宜用拉紧器拉紧，各拉筋的拉力应大体均匀，但应避免拉动墙面板。

9.7.3 筋材之间连接及筋材与墙面板之间连接强度不得低于设计强度。

9.7.4 墙面板上的金属连接件及金属拉筋应进行防锈处理。

9.7.5 墙背填料宜采用粗粒土，填料与筋带直接接触部分不应含有尖锐棱角的块体。

9.7.6 填料摊铺、碾压应从拉筋中部开始平行于墙面碾压，先向拉筋尾部逐步进行，然后再向墙面方向进行，严禁平行于拉筋方向碾压。碾压前拉筋顶面的填土厚度不宜小于0.2 m。严禁使

用羊足碾碾压。

9.7.7 填土分层厚度及碾压遍数，应根据拉筋间距、碾压机具和密实度的要求，通过试验确定。填土压实质量应满足设计要求。

9.7.8 反滤层及排水层应按设计要求设置；沉降缝应根据加筋土挡土墙高度及地基土质的变化情况设置。

9.7.9 安装直立式墙面板时，面板应按不同填料和拉筋材料适当后仰，倾斜度宜为 20:1。

9.7.10 土工合成材料拉筋的加筋土挡土墙施工，应符合现行《铁路路基土工合成材料应用设计规范》（TB 10118）的有关规定。

9.8 土 钉 墙

9.8.1 施工前应按设计要求进行注浆工艺试验、土钉拉拔试验，验证设计参数。

9.8.2 土钉墙施工必须从上至下分层开挖、分层锚固、分层喷护。分层开挖的高度，应按坡面土质允许暴露的时间结合土钉排距确定，土层一般为 0.5 ~ 2.0 m，岩层一般为 1.0 ~ 4.0 m。

9.8.3 开挖时应选用对坡面扰动较小的施工机具和施工方法。在开挖中，应防止上部和上下层连接处局部失稳。发生局部超挖时，应采用浆砌片石回填。

9.8.4 钻孔施工应符合下列规定：

- 1 应根据设计要求及土层情况，选择适宜的机具。
- 2 钻孔直径不应小于设计尺寸。
- 3 在土层中钻孔时严禁向孔内灌水，防止塌孔、缩孔。

9.8.5 土钉钢材的品种、规格、性能应符合设计要求；下料后应作调直、除污处理。

9.8.6 土钉钢筋应设定位支架。在腐蚀环境下钢筋表面应按设计要求进行处理。

9.8.7 钉孔注浆采用的水泥浆或水泥砂浆应按工艺试验确定的参数要求配制。砂料应采用级配合理的中、粗砂，含泥量不得大于3%。当边坡渗水较严重时，宜添加膨胀剂。

9.8.8 注浆应采用孔底注浆法，注浆压力一般为0.2 MPa。注浆前，应把注浆管插至钉孔底部，随着浆液的注入，慢慢拔出注浆管，必须保证砂浆均匀地填满钢筋与孔壁间的空隙。当注浆管拔至孔口时应减压回零，避免喷浆，并应防止浆液不足气入钉孔。

9.8.9 土钉孔注浆后至少应养护7 d，养护期间，严禁敲击、摇动钢筋。

9.8.10 喷射混凝土墙面前，按设计要求挂好钢筋网，并预留伸缩缝和泄水孔。钢筋网搭接宜采用焊接，土钉外端与钢垫板或加强钢筋应采用螺丝端杆锚具或焊接进行连接。

9.8.11 墙面喷射混凝土应符合本技术指南10.2.3条的规定。

9.9 抗 滑 桩

9.9.1 在抗滑桩开挖施工中应核对桩孔地质情况，当地质情况特别是滑动面实际位置与设计出入较大时，应按规定及时进行变更设计。

9.9.2 抗滑桩开挖前应做好下列工作：

1 整平孔口地面，设置地表截、排水及防渗设施，雨季施工时，孔口应搭雨棚，做好锁口。孔口地面以上加筑适当高度的围埂。

2 备好各项工序的机具、器材和井下排水、通风、照明设施。

3 设置对滑坡变形、移动的观测标桩。制定井下作业和撤出人员的安全防护技术措施。

9.9.3 开挖及支护应符合下列规定：

1 应分节开挖，每节高度宜为0.6~2.0 m，按设计要求浇

筑混凝土护壁。护壁混凝土应紧贴围岩浇筑，浇筑前应清除孔壁上的松动石块、浮土。地层较松软、破碎或有水时，分节不宜过长。不得在土石层变化处或滑动面处分节。

2 滑动面处的护壁应予以加强，承受较大推力的护壁和锁口的混凝土中应增加钢筋。

3 开挖应在上一节护壁混凝土拆模后进行。

4 在围岩松软、破碎和有滑动面的节段，应在护壁内顺滑动方向用临时横撑加强支护，并经常观察其受力情况，及时进行加固。当发现横撑受力变形、破损而失效时，孔下施工人员必须立即撤离。

5 开挖、出渣、运输应符合现行《客货共线铁路桥涵工程施工技术指南》及《客货共线铁路隧道工程施工技术指南》的有关规定。爆破应采取减振措施，弃渣不得堆在滑坡范围内。

6 开挖桩群应从两端向滑坡主轴隔桩开挖，桩体混凝土浇筑 1 d 后才可开挖邻桩。

9.9.4 浇筑桩身混凝土应符合下列规定：

1 浇筑前，应检查断面净空，凿毛混凝土护壁。

2 钢筋宜预先绑扎成笼，可在桩孔内搭接，搭接接头不得设在土石分界和滑动面处。

3 浇筑必须连续进行，并应符合现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的有关规定。

4 当滑坡有滑动迹象或需加快施工进度时，宜采用速凝、早强混凝土。

9.9.5 桩间支挡结构及与桩相邻的挡土、排水设施等，均应与抗滑桩正确连接，配套完成。

9.9.6 抗滑桩的质量应按设计要求进行检测。

9.10 桩板式挡土墙

9.10.1 桩板式挡土墙的锚固桩，应按本技术指南第 9.9 节的规

定施工；锚固桩加锚索（杆）时，应按本技术指南第 9.11 节的有关规定施工。

9.10.2 挡土板宜预制，每块应预留两个吊装孔，孔的直径宜为 5 cm，孔的位置应靠近板的两端约 1/4 板长处。

9.10.3 桩身混凝土在达到设计强度后方可开挖桩前土体或安装挡土板，以及进行墙背填土。滑坡地段桩间土体应间隔开挖，宜从上至下逐层开挖，随挖随安装挡土板并填筑板后反滤层。

9.10.4 当桩间为土钉墙或喷锚支护时，桩间土体应分层开挖、分层加固；当锚固桩上部设有多排锚索（杆）时，应等上一排锚索（杆）施工完成后，方可开挖下一层的桩前土体。

9.10.5 锚索（杆）桩板式路堤挡土墙，应严格控制墙背填土的压实密度，压实时不得直接碾压锚索（杆）。

9.11 预应力锚索

9.11.1 预应力锚索施工使用的材料、机具设备应符合下列规定：

1 钢绞线的品种、规格及性能应符合设计要求，并有出厂质量合格证书及标牌。使用前必须抽样检查，合格后方可使用。严禁使用有机械损伤、电弧烧伤和严重锈蚀的钢绞线。

2 严禁将钢绞线及锚索束直接堆放在地面或露天储存，并应防止受潮、受腐蚀气体腐蚀。

3 注浆所用的水泥必须符合设计要求。

4 防护涂料与套管材料的技术特性，钻孔、注浆、张拉机械设备及锚、夹具的选型，均应符合设计要求。

9.11.2 预应力锚索施工应先造孔、装索、注浆，再做承压板（或桩、梁），最后进行张拉封孔。在锚固工程施工初期，应进行预应力锚索锚固试验，锚固试验的数量不少于总量的 3%。

9.11.3 造孔可采用水钻或干钻。当水钻可能影响边坡或山体稳定时，应采用干钻。钻孔应按照设计的孔位、孔径、孔深、方向及倾角施工，其允许偏差为：孔位 ± 10 cm，孔深 $^{+20}_0$ cm，方向

及倾斜度偏差不应大于 1.0%。

9.11.4 锚索束制作安装应符合下列规定：

- 1 锚索束制作宜在现场敞棚内进行。
- 2 钢绞线的下料长度，应满足锚索束结构设计及张拉的需要。下料应采用机械切割，严禁用电弧切割。
- 3 锚固段锚索束必须进行清污、除锈处理；自由段锚索束应涂防腐剂，外套塑料管；张拉段锚索束应涂防腐剂。当地层具有腐蚀性或地下水具有侵蚀性时，注浆材料应采用抗侵蚀性水泥，锚索应采用全长波纹管防护。
- 4 锚固段锚索束应按设计安装紧箍环和扩张环，自由段锚索束每隔 0.6 ~ 1.0 m 应设一紧箍环和定位支架。
- 5 锚索束必须顺直地安放在钻孔中心。

9.11.5 锚索孔注浆应符合下列规定：

- 1 放入锚索束后应及时注浆。
- 2 锚索孔注浆宜采用 M35 水泥砂浆，用孔底注浆法一次注满锚固段和自由段，要求以浆排水，不搅动浆液。
- 3 注浆压力宜为 0.6 ~ 0.8 MPa，砂浆灌注应饱满、密实。第一次注浆完毕，水泥砂浆凝固收缩后，孔口应进行补浆。

9.11.6 制作承压板（桩、梁）时，垫墩顶面必须平整、坚固，且垂直于钻孔轴线。墩孔轴线应与钻孔轴线相重合。垫墩旁应预留补浆孔和排气孔。

9.11.7 锚索张拉应按设计要求进行，并应符合下列规定：

- 1 张拉设备必须配套标定。张拉设备的标定期不宜超过 6 个月，经拆卸检修的张拉设备或压力表经受强烈撞击后，必须重新标定。
- 2 锚索张拉应在孔内砂浆的强度达到设计强度 70% 时，并符合设计要求后进行。
- 3 锚具底座顶面应与钻孔轴线垂直，确保锚索张拉时千斤顶张拉力与锚索在同一轴线上。

4 锚索张拉应分两次逐级张拉，第一次张拉值应为总张拉力的 70%，两次张拉间隔时间不宜少于 3 ~ 5 d，并按设计要求的张拉值进行张拉。

5 采用伸长值校核应力。当实际伸长值大于计算伸长值的 10% 或小于 5% 时，应暂停张拉，查明原因处理后，才可继续张拉。

9.11.8 封孔应符合下列规定：

1 封孔注浆应在锚索张拉、锁定后进行，并应确认锚索预应力值符合设计要求。

2 封孔注浆采用纯水泥浆时，水灰比宜为 0.3 ~ 0.4；当采用水泥砂浆时，水灰比宜为 0.5。

3 封孔注浆时，注浆管必须插到底，注浆必须饱满。

4 封孔注浆后，锚头部分应涂防腐剂，并按设计进行封闭。

9.11.9 预应力锚固性能试验和观测，应按设计要求进行。

10 路基防护及排水

10.1 一般规定

10.1.1 路基工程施工前，对影响路基稳定的地下水及地表水，应采取措施予以截断、疏导、降低水位，并引排到路基范围以外，防止漫流、聚积和下渗。

10.1.2 路基工程施工中应按设计核对、完善全线排水系统。

10.1.3 路基工程施工中，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，然后再进行路基开挖或填筑。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。

10.1.4 在路基工程施工期，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。

10.1.5 路堤防护应安排在适宜时间施工，路堑开挖后应及时防护。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。

10.1.6 各种防护设施应在稳定的基础和坡体上施工。在设有支挡结构物及排除地下水设施地段，应先做好支挡结构物、排水设施，再施作防护工程。需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。

10.1.7 防护及排水工程所用的砂浆、混凝土应采用机械拌和。

10.1.8 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设计规范》(TB 10118)的有关规定。

10.1.9 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。

10.1.10 泄水孔的位置、布置形式、孔径尺寸及泄水孔背后反滤层的材料、设置应符合设计要求，且排水畅通。

10.1.11 路基采用植物防护应按照铁路路基边坡绿色防护等相关规范作好养护管理。

10.2 坡面防护

10.2.1 边坡植物防护施工

1 植物防护的种类应符合设计要求，并适合当地生长条件。植物种植前应对边坡坡面进行清理整平，清除有碍植物生长的杂物、危石。施用底肥时应以有机肥为主，均匀撒布或条施、穴施。

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的防护能力。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 种草防护的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，应及时作好养护，直至植物覆盖坡面。

7 植物防护覆盖率、成活率应符合表 10.2.1 的要求。

表 10.2.1 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	—	80
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		种植藤本植物、灌木、乔木防护		—	70
7	寒冷地区	植草防护	土质路基边坡	80	—
8			石质路基边坡	70	—
9		种植藤本植物、灌木、乔木防护	土质路基边坡	—	75
10			石质路基边坡	—	70

10.2.2 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，再夯拍 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，其下边按 L 形埋入土中，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。固定钉间距不得大于 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，并用松散种植土填满网穴，在坡面再进行二次撒播草籽并施肥后夯拍密实、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 10.2.2 的要求。

表 10.2.2 固土网垫铺设允许偏差

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	固定钉间距	$+50$ mm

10.2.3 喷浆、喷射混凝土（或带锚杆铁丝网）防护施工

1 施工前，应清除坡面较大松动土石、浮土，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和，钢纤维在第二次拌和时掺入。

7 喷浆、喷射混凝土的拌和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，应采取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 10.2.3 的要求。

表 10.2.3 喷射混凝土施工允许偏差

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	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -20 \end{smallmatrix}$ mm
7	坡 度	0.5%

10.2.4 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，砌块应大面朝下，互相咬合，上下砌缝应相互错开7~8 cm。

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他不利于基础稳定的因素时，应采取必要的保护措施。

3 浆砌片石应采用挤浆法砌筑，确保灰缝饱满。

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 浆砌片石骨架嵌入坡面深度应符合设计要求，骨架表面应与坡面顺接。

10.2.5 砌筑混凝土预制块防护施工

1 砌筑时反滤层、垫层应随垫随砌。

2 基础埋置深度除应符合设计要求外，还应按现场情况采

取必要措施保护基脚。

3 砌筑混凝土预制块间砂浆应饱满，砌筑后外面整齐，各方向缝顺直。

4 勾缝应在路堤已趋稳定后进行。

5 混凝土预制块的预制应满足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。

10.2.6 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 C10 混凝土，并应插捣密实，灌满至缝口抹平。

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。

10.2.7 路堑边坡护坡护墙防护施工

1 施工前应清除松动岩石。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 基础埋置深度应满足设计要求。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，墙背与坡面应密贴结合，墙顶与边坡间缝隙应严密封堵。

4 坡面有地下水出露时，应做好引水设施，每隔 10 ~ 15 m 宜设一道伸缩缝。

5 片石砌筑严禁通缝、叠砌、贴砌和浮塞。砌体勾缝应牢固、美观。

10.2.8 砌体施工允许偏差应符合表 10.2.8 的要求。

表 10.2.8 砌体施工允许偏差

序号	项 目		允 许 偏 差			
			浆砌片石	干砌片石	带截水沟 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		$\begin{smallmatrix} 0 \\ -20 \end{smallmatrix}$ mm	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -20 \end{smallmatrix}$ mm	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -20 \end{smallmatrix}$ mm	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -20 \end{smallmatrix}$ 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	——	——	——	$\begin{smallmatrix} +6 \\ -3 \end{smallmatrix}$ mm
14		对角线长	——	——	——	$\begin{smallmatrix} +6 \\ -3 \end{smallmatrix}$ mm
15		厚度	——	——	——	$\begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$ mm

10.3 冲刷防护

10.3.1 路基冲刷防护应加强基础处理, 保证质量, 防止水流冲刷和淘空。

10.3.2 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，应符合现行《客货共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 护坡上下游两端嵌入稳定岸坡的长度应满足设计要求，并衔接牢固、平顺、密贴。

10.3.3 导流构造物施工

1 导流构造物施工时，应调查核对坝址的地质、河道、水文条件等情况。

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他防护设施的嵌接。

10.3.4 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应及时配套完成。

10.4 路基排水

10.4.1 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及相关规范要求。

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。

10.4.2 地面排水设施施工

1 天沟、侧沟、排水沟、边坡平台截水沟等各类排水设施应按设计要求设置，并应将水引排至路基以外。天沟不应向侧沟内排水。

2 土质、软质岩、强风化或全风化硬质岩石地段的侧沟、天沟和排水沟均应采取防止冲刷或渗漏等加固措施。

3 排水沟采用浆砌片石加固或混凝土预制构件砌筑，砌缝砂浆应饱满，沟身不漏水。

4 路堤边坡上的排水沟应在路堤处于稳定后方可施工。边坡渗沟施工应符合本技术指南第 10.4.3 条的规定。

5 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，均应采取加固措施，防止渗漏和冲刷沟底及沟壁。

6 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。

7 当路堤基本成型或跨雨季填筑时，路堤边坡较高地段宜在路堤顶面边缘临时设置土埂，每隔 30 m 左右于路堤边坡上设

置临时排水沟，以免冲刷路堤边坡。

10.4.3 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 0.2 m。

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 ~ 15 m 或当沟槽通过软硬岩层分界处时应设置沉降缝。

3 排除地下水的渗沟均应设置排水层、反滤层和封闭层，其渗水部分可采用砂砾石、无砂混凝土、土工织物。反滤层的层数、厚度和颗粒级配等应符合设计要求。

4 渗水暗沟内应采用筛选洗净的卵石、碎石、砾石、粗砂或不易风化的片石充填。

5 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 0.2 m。端墙出口的排水沟应进行加固，防止冲刷。

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。

10.4.4 检查井施工

1 检查井应按设计位置、尺寸施工。

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标准采用人工分层回填、夯击密实。施工时应避免机械损伤检查井井壁。

5 施工允许偏差应符合表 10.4.4 的规定。

表 10.4.4 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	$\begin{smallmatrix} +50 \\ -20 \end{smallmatrix} \text{ mm}$
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		$\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ mm}$

11 路基相关工程及附属设施

11.1 相 关 工 程

11.1.1 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、综合接地等施工应与路基施工统一协调，不得因其施工而损坏、危及路基的稳定与安全。

11.1.2 电缆槽、接触网支柱基础、声屏障基础开挖宜采用专用机械设备。

11.1.3 通信、信号电缆槽施工

1 电缆槽预制和安装应符合设计要求。

2 电缆槽施工不应破坏侧沟和侧沟平台、堑坡坡脚及路肩，并按设计要求做好防水。

3 电缆槽施工允许偏差应按表 11.1.3 的要求控制。

表 11.1.3 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

11.1.4 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 11.1.4 的要求控制。

表 11.1.4 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

11.1.5 预埋管线、综合接地等应按设计要求与路基同步施工。

11.1.6 声屏障基础施工

1 声屏障基础应按设计要求设置于电缆槽外侧。

2 基础应按设计要求位置、形状尺寸和深度施工。当采用柱式基础时，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 11.1.6 的要求控制。

表 11.1.6 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

11.2 附属设施

11.2.1 检查台阶、检查梯、栏杆等设备施工

1 应按设计设置检查设备，并连接牢固，外观顺直整齐。

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 11.2.1 的要求控制。

表 11.2.1 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	$\pm 5\%$ 设计尺寸
2	安装尺寸	± 20 mm
3	柱垂直度	0.5% 柱高
4	检查梯、台阶尺寸	± 30 mm

11.2.2 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 防护栅栏支柱埋设应符合设计要求，并埋设稳固。

12 环 境 保 护

12.1 一 般 规 定

12.1.1 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。

12.1.2 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的环境破坏和不利影响提出具体防治措施和方案，并付诸实施。

12.1.3 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。

12.1.4 铁路路基两侧绿化应符合设计要求，并与路基工程同步完成。

12.2 生态环境保护

12.2.1 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，不得随意取土或在水下取土。路基土石方调配应尽可能考虑移挖作填。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。

12.2.2 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。不能满足时，应加设挡护或采取其他措施。

12.2.3 弃土应符合本技术指南第6.6.4条的规定。

12.2.4 对取弃土场、弃渣场的裸露面和路基边坡应按设计要求采取植物或其他工程防护措施。

12.3 噪声、振动污染防治

12.3.1 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搅拌站等，均宜设在远离居民区。当无法满足时，应采取适当的防噪声等环境保护措施。

12.3.2 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 12.3.2 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 12.3.2 施工场所噪声限值表

施工阶段	主要噪声源	噪声限值等效声级 L_{eq} [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。

12.3.3 强振机械设备应采取减振措施。

12.4 大气污染防治

12.4.1 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。

12.4.2 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。

12.4.3 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。

12.4.4 改良土施工时应采取有效措施防止粉尘污染。

12.5 水污染防治

12.5.1 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的影响。

12.5.2 在地基加固施工中溢出的浆液应回收集中处理，不得任意排放。

12.5.3 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。

12.5.4 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。

12.5.5 易受石油类污染的地面应采用水泥整体硬化，其周边应设置集水沟收集地面冲洗水和初期雨水，处理后排放。

12.5.6 建设工程完工后，应进行施工场地清理。

12.6 固体废物污染防治

12.6.1 严禁在路基两侧设置垃圾堆放场和垃圾处理场。

12.6.2 生产废物宜设置相应的堆放场地并定期处置。

12.6.3 污水处理产生的污泥，应设专用堆放场地。

附录 A 路堤填筑工艺试验段

A.0.1 路堤填筑工艺试验段应选择在有代表性的地段进行，试验段长度不宜小于 100 m。

A.0.2 应根据填料的种类、性质、压实标准及施工条件选定适宜的压实机具。

A.0.3 在试验段各部位的全宽度内进行填筑工艺试验，确定合理的松铺厚度、压实遍数、施工含水率及填筑工艺。

A.0.4 填层的松铺厚度应满足压实后不大于检测方法所控制的最大层厚，并能达到设计要求的压实标准。填层最佳厚度和相应的压实遍数，应通过逐渐调整填层的松铺厚度获得。

A.0.5 压实效果应根据路堤不同压实标准进行检验。当采用 K_{30} 荷载板试验检测时，基床以下的填筑试验不宜在 3 层以前取值，基床的填筑试验应在合乎要求的层位取值。

A.0.6 工艺性路堤填筑试验段完成后，应及时编制试验段总结报告并送相关单位批准。报告主要包括以下内容：

- 1 机械设备组合。
- 2 压路机碾压行走速度、碾压方式、碾压遍数。
- 3 填料的颗粒级配、最优含水率及控制。
- 4 适宜的松铺厚度。
- 5 各项压实指标采用的检测方法。
- 6 组织机构的设置。
- 7 安全环保措施的有效性改进措施。

附录 B 路基填料分组

B.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。

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

表 B.0.2 巨粒土、粗粒土填料分组

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	块石土	—	—	硬块石	A
		软块石土	—	—	$R_c > 15 \text{ MPa}$ 的不易风化软块石	A
					$R_c \leq 15 \text{ MPa}$ 的不易风化的软块石	B
					易风化的软块石	C
					风化的软块石	D
		漂石土	<5%	良好	级配好的漂石	A
				不良	级配不好的漂石	B
			5% ~ 15%	良好	级配好的含土漂石	A
				不良	级配不好的含土漂石	B
			15% ~ 30%	—	土质漂石	B
			>30%	—	土质漂石	C
	卵石类土	卵石土	<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
			>30%	—	土质卵石	C

续上表

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	碎石土	<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
			>30%	—	土质碎石	C
		粗砾土	<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
		粗角砾土	<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
			>30%	—	土质粗角砾	C
	砾石类	细圆砾土	<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
			>30%	—	土质细圆砾	C
		细角砾土	<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

续上表

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	
粗粒土	砾砂	粒径大于2 mm 颗粒的质量占总质量的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
			5%~15%	—	含土细砂	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 ($C_u < 5$, 或 $C_c \neq 1 \sim 3$)。

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

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

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

表 B.0.3 细粒土填料分组

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 颗粒的质量不超过总质量的 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	
	黏性土	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 76 g, 入土深度 10 mm。

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 C 岩土施工工程分级

C.0.1 路基开挖应根据岩土性质和施工的难易程度按表 C.0.1 进行岩土工程分级。

表 C.0.1 岩土施工工程分级

等级	分类	岩土名称及特征	钻 1 m 所需时间			岩石单轴抗压强度 (MPa)	开挖方法
			液压凿岩台车、潜孔钻机 (净钻分钟)	手持风式湿式凿岩机 (净钻分钟)	双人打眼 (工天)		
I	松土	砂类土, 种植土, 未经压实的填土	—	—	—	—	用铁锹, 脚蹬一下到底的松散土层, 机械能全部直接铲挖, 普通装卸机可满载
II	普通土	坚硬的、可塑的粉质黏土, 可塑的黏土, 膨胀土, 粉土, Q_3 、 Q_4 黄土, 稍密、中密的细角砾土、细圆砾土, 松散的粗角砾土、碎石土、粗圆砾土、卵石土, 压密的填土, 风积沙	—	—	—	—	部分用镐刨松, 再用锹挖, 脚连蹬数次才能挖动。挖掘机、带齿尖口装载机可满载, 普通装载机可直接铲挖, 但不能满载
III	硬土	坚硬的黏性土, 膨胀土, Q_1 、 Q_2 黄土, 稍密、中密粗角砾土、碎石土、粗圆砾土、卵石土, 密实的细圆砾土、细角砾土, 各种风化成土状的岩石	—	—	—	—	必须用镐先全部刨过才能用锹挖。挖掘机、带齿尖口装载机能满载; 大部采用松土器松动方能铲挖装载
IV	软石	块石土、漂石土, 含块石、漂石 30% ~ 50% 的土及密实的碎石土、卵石土, 岩盐, 各类较软岩、软岩及成岩作用差的岩石: 泥质岩类、煤、凝灰岩、云母片岩、千枚岩	—	<7	<0.2	<30	部分用撬棍及大锤开挖或挖松, 部分需用松土器松动, 部分采用液压力冲击破碎法开挖

续上表

等级	分类	岩土名称及特征	钻 1 m 所需时间			岩石单轴抗压强度 (MPa)	开挖方法
			液压凿岩台车、潜孔钻机 (净钻分钟)	手持风枪湿式凿岩机 (净钻分钟)	双人打眼 (工天)		
V	次坚石	各种硬质岩: 硅质页岩、钙质岩、白云岩、石灰岩、泥灰岩、玄武岩、片岩、片麻岩、正长岩、花岗岩	≤10	7~20	0.2~1.0	30~60	能用液压冲击镐解碎, 大部分需要爆破法开挖
VI	坚石	各种极硬岩: 硅质砂岩、硅质砾岩、石灰岩、大理岩、玄武岩、闪长岩、花岗岩、角闪岩	>10	>20	>1.0	>60	可用液压冲击镐解碎, 需用爆破法开挖

注: 1 软土 (软黏性土、淤泥质土、淤泥、泥炭质土、泥炭) 的施工工程分级一般可定为 II 级, 多年冻土一般可定为 IV 级。

2 表中所列岩石均按完整结构岩体考虑。若岩体极破碎、节理很发育或强风化时, 其等级应按表对应岩石的等级降低一个等级。

附录 D 路基填筑土工试验及测试记录报表格式

D.0.1 地基系数 K_{30} 试验（记录）报告

地基系数 K_{30} 试验（记录）报告

施 工 单 位：_____填 土 层 次：_____报告编号：_____
 工 程 名 称：_____测点位置及标高：_____试验日期：_____
 施工里程及部位：_____试 验 编 号：_____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	2	3	
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)				累计沉降量 S (0.01 mm)
			1	2	3	平均	
预压		0.01					
复位		0.00					
1		0.04					
2		0.08					
3		0.12					
4		0.16					
5		0.20					
6		0.24					
7		0.28					
8		0.32					
9		0.36					
$P-S$ 曲线			沉降 1.25 mm 对应荷载 (MPa)				
			地基系数 K_{30} 值 (MPa/m)				
			规定值		实测值		
			检测环境描述：				
检测评定依据：			试验意见：				

试验：_____ 复核：_____ 技术负责人：_____

D.0.2 灌砂法记录

路基填土压实试验记录（灌砂法）

施 工 单 位：_____ 试验编号：_____

工 程 名 称：_____ 委托编号：_____

施工里程及部位：_____ 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)		最大干密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)		最优含水率 ω_{opt} (%)								
里 程	位 置	标 高	层 次	填土厚度 (cm)	碾 压 遍 数	试验砂质量 (g)	试验余砂质量 (g)	试坑内砂质量 (g)	试坑体积 (cm ³)	试坑土质量 (g)	湿 密 度 (g/cm ³)	含水率				下 密 度 (g/cm ³)	压 实 系 数 孔 隙 率 (%)	
												湿土质量 (g)	干土质量 (g)	含 水 率 (%)	平均含水率 (%)		规定值	实测值
附注：																		

试验：_____ 复核：_____ 技术负责人：_____

D.0.3 灌水法记录

路基填土压实试验记录 (灌水法)

施 工 单 位: _____ 试验编号: _____

工 程 名 称: _____ 委托编号: _____

施工里程及部位: _____ 试验日期: _____

[illegible]

试验: _____ 复核: _____ 技术负责人: _____

D.0.4 气囊法记录

路基填土压实试验记录（气囊法）

施 工 单 位：_____ 试验编号：_____

工 程 名 称：_____ 委托编号：_____

施工里程及部位：_____ 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		最大干密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)		最优含水率 ω_{opt} (%)											
里程	位置	标高 (m)	层次	填土厚度 (cm)	碾压遍数	数显测尺读数 (mm)			试坑体积 (cm ³)	试样质量 (g)	湿密度 (g/cm ³)	含水率 (%)				干密度 (g/cm ³)	平均干密度 (g/cm ³)	压实系数 (%)	
						初始	终了	读数差				湿土质量 (g)	干土质量 (g)	含水率 (%)	平均含水率 (%)			规定值	实测值
附注：																			

试验：_____ 复核：_____ 技术负责人：_____

D.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: _____

工 程 名 称: _____ 委托编号: _____

施工里程及部位: _____ 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		最大干密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)		最优含水率 ω_{opt} (%)		密度 ρ_h (g/cm ³)	
里 程	位 置	填土 层次	标 高 (m)	填土 厚度 (cm)	碾 压 遍 数	湿 密 度 (g/cm ³)	含 水 率 (%)	干密度 (g/cm ³)	压实系数、孔隙率 (%)		
								单个值	平均值	规定值	实测值
附注:											

试验: _____ 复核: _____ 技术负责人: _____

D.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：_____

[illegible]

试验: _____ 复核: _____ 技术负责人: _____

D.0.7 路堤填筑质量统计表

路堤填筑质量统计表

工程名称: _____ 填筑部位: _____

填报单位: _____ 施工时间: _____

填报日期：_____

[illegible]

制表:

试验室主任:

技术主管:

單位（章）：

附录 E 路基沉降观测记录表

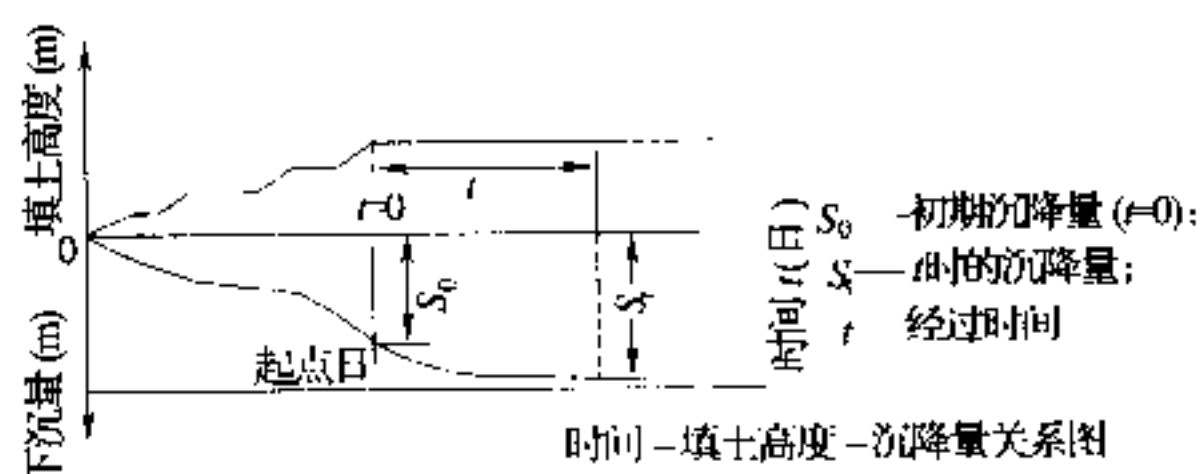
E.0.1 地表沉降观测记录表

地表沉降观测记录表

施工单位: _____ 工程名称: _____

施工里程: _____ 工点类型: _____

点号	观测次数	观测日期	测点顶 高程 (m)	观测沉降 量 (mm)	累计沉降 量 (mm)	沉降速率 (mm/d)	备注



测量:

复核:

专业负责人:

注: 观测沉降量是本次观测相对上次观测发生的沉降量, 累计沉降量是本次观测相对第一次观测发生的沉降量。

E.0.2 水平位移观测记录表

水平位移观测记录表

施工单位: _____ 工程名称: _____

施工里程: _____ 工点类型: _____

[illegible]

测量:

复核:

专业负责人:

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”。

《客货共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货共线铁路路基工程施工编制的，未涉及到的内容应符合相关规范要求。

1.0.4 为了促使对路基工程的重视，有必要对路基工程的施工方法和技术管理方面提出较高和较严格的施工控制与检测要求，特别是要加强变形监测工作，以促进工程质量的提高。

1.0.5 施工中土地使用必须符合国家有关政策要求。

1.0.6 本条为促进路基工程技术进步而提出。新技术、新工艺、新机具、新测试方法是指尚未纳入现行铁路工程规范的各种成果，其质量标准、工艺、使用要求，根据试验研究成果，按不低于现行规范要求专题制定或随工点设计提出，并按规定的程序审批。

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

2.1.3、2.1.4、2.1.5、2.1.6 术语定义按铁路路基设计规范的规定编写。

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作出记录，以确保中线高程的正确并衔接一致。当既有线改建两端为桥梁或隧道时，应以桥梁或隧道中线、高程为准。

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

4.2.5 填筑高度小于等于基床厚度的路堤，基床范围内的地基应满足静力触探比贯入阻力 $P_s \geq 1.5 \text{ MPa}$ 和地基基本承载力 $\sigma_0 \geq 0.18 \text{ MPa}$ ，否则应提出变更进行土质改良或其他加固处理。

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

4.6.2 塑料排水板与桩尖连接要牢固，避免提管时脱落，将排水板拔出。

4.7.1 当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）。

4.7.2 碎石桩施工除常用的振动沉管法和锤击成桩法外，还有振冲、干振挤密、沉管、夯扩和袋装等施工方法。振冲法碎石桩也较为常用，现列出其方法及质量控制要求，供参考。

（1）桩机按设计桩位就位，把振冲器对准桩位。

（2）利用振冲器 and 高压水流，边振边冲将振冲器沉至设计深度。

（3）经过清孔后，向孔内逐段填入碎石，每段填料用振冲器振挤密实。

（4）通过重复填料和振实，施工至桩顶，在地基中形成碎石桩。

（5）振冲法施工碎石桩，应控制密实电流、填料量、留振时间、桩间距、水源压力、水量、振冲器贯入速度、振密提升高度，保证桩体质量。

4.7.3 当遇到坚硬难以压入的土层，可辅以射水压入。

4.8.2 预搅下沉时应根据土质硬软分别使用快、慢档，搅拌提升速度一般控制在 $0.5 \sim 0.8 \text{ m/min}$ 。钻进至设计深度后，一般应滞留 $2 \sim 5 \text{ min}$ ，以保证加固粉料到达桩底。当提升到设计停灰

标高后，应在原位慢速搅拌 1~2 min，保证桩头均匀密实。

4.9.2 钻进至设计深度后，一般应滞留喷浆 30 s，以保证加固浆液到达桩底。当提升至桩顶后，应在原位复搅数秒，保证桩头均匀密实。

4.10.2 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。在插入注浆管过程中，为防止泥砂堵塞喷嘴，可边射水、边插管，水压力一般不超过 1 MPa，否则易将孔壁射塌。

4.10.3 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并在短时间（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。

4.11.1 当设计无要求时，石灰中活性 CaO、MgO 含量应按不低于 50%（按干重计）控制。

4.11.3 灰土挤密桩回填压实系数一般宜大于 0.97。

4.12.1 水泥一般采用 P·O 42.5 号水泥，碎石粒径宜为 20~50 mm（长螺旋管内泵压灌注成桩时，碎石粒径不宜大于 20 mm，或采用粒径不大于 25 mm 的卵石），粉煤灰Ⅲ级及以上，石屑粒径不宜大于 10 mm。

4.12.3 拔管速率一般为 1.2~1.5 m/min。施工桩顶标高宜高于设计标高 50 cm，浮浆厚度不超过 20 cm。

4.12.7 CFG 桩施工顺序应根据地质情况、施工方法确定，可采用连续打设或间隔跳打，避免造成断桩。

4.13.3 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

等措施，成桩至设计深度。当最后下沉贯入度小于试桩最后下沉贯入度，振幅符合规定时，也可认为沉桩合格。

4.16.5 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。

4.18.2 一个夯点最后两击夯沉量，一般来说，对砂土不宜超过 5 ~ 10 mm，对细粒土不宜超过 10 ~ 20 mm。

4.18.3 参照《地基处理手册》等资料规定重锤夯实处理范围应符合设计要求，夯坑中心允许偏差不应大于 0.1D（D 为夯锤直径）。

4.19.1 当被加固场地表土松软时，应铺设一定厚度的垫层，以保证强夯置换设备能够正常走行。

4.20.1

1 为了确保施工顺利和安全，施工现场必须平整稳定，地上、地下以及施工范围内，必须消除有碍施工设备运转的洞穴、土坑、土堆、架空线、管线等障碍物。

2 由于柱锤冲扩桩采用预钻孔、掏孔和重锤冲击成孔等工艺，故应根据施工工艺的不同、现场设备的数量、场地条件等，制定最佳作业流水线，保证施工安全。

3 桩体填料必须按设计要求在现场配制，填料可就地选用各种无机固体材料及其混合物等。有条件时也可以采用级配砂石、矿渣、灰土、水泥混合土等。由于目前尚缺少足够的工程经验，因此当采用其他材料时，应经试验确定其适用性和配合比等有关参数。

4.20.2

2 柱锤冲扩桩法成孔方式有：① 冲击成孔：是最基本的成孔工艺，条件是冲孔时孔内无明水、孔壁直立、不塌孔、不缩颈。② 填料冲击成孔：当冲击成孔出现塌孔或缩颈时，采用本法。这时的填料与成桩填料不同，主要目的是吸收孔壁附近地基中的水分，密实孔壁，使孔壁直立、不塌孔、不缩颈。因此填料

冲击成孔时可采用生石灰块等材料。③ 二次复打成孔：当采用填料冲击成孔施工工艺也不能保证孔壁直立、不塌孔、不缩颈时，应采用本方案。在每一次冲扩后，进行第二次复打成孔，要求孔壁直立、不塌孔，然后边填料边夯实形成桩体。第二次冲孔可在原桩位，也可在桩间进行。套管成孔可解决塌孔及缩颈问题，但其施工工艺较复杂，因此只在特殊情况下使用。

3 要求夯填至桩顶设计标高以上，主要是为了保证桩顶密实度。当不能满足上述要求时，应进行夯实或采用局部换填处理。

4.21.1

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。由于一项工程可能分数次购入材料，材料、厂家都有变化，故规定每批都要作试验。当数量较大时，按每 10 000 m² 抽验一次，确保材料质量。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。

4.21.2

2 目前一般的土工合成材料纵横两个方向的强度相差较大，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，以利于充分发挥材料性能。设计有特殊要求时按设计办理。

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。

4.23.2

1 岩溶地区地质复杂，设计钻探不一定能够全面反映地质

情况，所以注浆孔应作为地质钻探的补充，在钻孔过程中应作好记录，及时反馈情况。

5 当出现以下异常情况时，宜采用间歇反复注浆：注浆孔揭露较大的孔洞或溶洞，自流注浆 2 m^3 后，孔底没有明显抬升；浆液漏失严重，一次性连续注浆 2 m^3 后，注浆速率不减或压力不升高；注浆压力突然降低或速率突然升高；当流量较大时，液面可以上升至孔口，但停止注浆液面又迅速下降且下降速率较大，反复注浆几次浆面没有抬升。当孔洞较大时，注浆时加入粗颗粒。

6 止浆可采用胶球止浆，也可采用砂浆止浆或预埋注浆管。该方法适用于容易塌孔的地段。

7 当设计无具体要求时，注浆结束标准可参考下列指标：当采用定量注浆时，注浆孔只要注入一定浆量后，即表示注浆结束；当采用定压注浆时，注浆孔口压力维持在 0.2 MPa 左右，吸浆量不大于设计要求；冒浆点已出注浆范围外 $3\sim 5\text{ m}$ 时；单孔注浆量达到平均注浆量的 $1.5\sim 2.0$ 倍，且进浆量明显减少时。当达不到上述结束条件时，清孔后再次注浆。

5.1.5 最大干密度是在最优含水率时进行试验压实的密度，当含水率小于或大于最优值时，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优含水率，一般在最优值的 $+2\%\sim -3\%$ 之间。

5.1.8 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，应对拌和后的混和料进行筛分，判定其是否达到设计要求；采用化学法改良的混合料，应对其均匀性和掺和料的比例、有效成分进行判定，均匀性一般以观察其色泽为主。掺和料的比例、有效成分应按相应的试验方法进行检测。

5.2.1~5.2.4 参照《新建时速 200 公里客货共线铁路设计暂行

规定》、《铁路路基设计规范》等制定。

5.3.2 当低路堤基床范围内的地基为细粒土时，比贯入阻力 P_u 值不应小于 1.5 MPa（其中 I 级铁路 P_u 不应小于 1.2 MPa、II 级铁路 P_u 不应小于 1.0 MPa），或地基基本承载力 σ_0 不应小于 0.18 MPa（其中 I 级铁路 σ_0 不应小于 0.15 MPa、II 级铁路 σ_0 不应小于 0.12 MPa），否则应采取土质改良或其他处理措施。

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，所以应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。因此，不得在表面光滑的低洼处填补新料。

5.5.4 填料复查试验时，颗粒密度试验应在级配碎石拌和站取样，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位采集，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。

5.6.2 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。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。

5.9.1 雨季施工路段应经过详细选择,提前作好安排,在保证工程质量的前提下方能施工。

5.9.6 雨后天在已施工路堤上继续填筑施工之前,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质量有不利影响,所以应抽查顶层填料的压实质量。

5.11.1 沉降和位移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。

5.11.2 路堤预留沉降量应根据施工具体情况确定,可参考下列范围取值:

(1) 路堤高度小于或等于 5 m 时,可按平均堤高的 0.5% ~ 2% 预留沉降量;路堤高度大于 5 m 时,5 m 范围内仍按以上规定计算,另计入超过部分平均堤高 0 ~ 1% 的预留沉降量。

(2) 用级配良好的不易风化碎石填筑,应用重型机械压实路堤,预留沉降量可按堤高的 0 ~ 0.5% 取值。

(3) 路堤高度差在 4 m 以内的地段可按该段堤高的平均值计算预留沉降量。

5.11.5 观测频次应与变形速率相适应,变形越小,观测频次也可减慢,反之,观测频次要增加。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必要的措施。

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,施工时可按具体情况选定开挖方法。

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 本款所列原则性要求是评价爆破工作质量、效果的主要依据。

6.5.2

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 $0.35W \sim 0.4W$ 。

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 $40\% \sim 50\%$ 。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。

6.6.4 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。

7.1.1 一般在路堤与桥台、路堤与横向结构物、路堤与路堑以及路堑与隧道的连接路段，都是易产生不均匀沉降的部位，施工时应按设计设置过渡段。同时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。

7.1.2

1 过渡段路堤优先安排施工，有利于减小工后沉降，确保

过渡段路堤的过渡作用。

2 先加固地基，以免地基加固施工挤坏桥涵基础。

6 过渡段在填筑过程中，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坡同时进行碾压，这是保证过渡段路堤各部位的压实比较均匀、减小不均匀沉降的施工措施之一。

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。

7.2.1 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 20 cm），并增加碾压次数，压实密度才可能得到保证。

7.2.2 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 3 m、8 m、13 m、18 m、25 m 的位置设路肩沉降观测点，在 3 m、13 m 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。

7.3.1

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。

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。

8.2.1 膨胀土（岩）遇水膨胀软化、强度降低，因此做好排水是膨胀土（岩）路基施工的关键。

8.3.1 黄土受水浸湿后强度低，易产生土体沉降、边坡溜坍等，故在黄土路基施工中应采取措施减少水的危害。

8.4.5 填料含盐量不得大于设计值。当无设计要求时，可参考说明表 8.4.5 的规定。

说明表 8.4.5 路基工程对土层容许易溶盐含量的要求

盐渍土类型	地基或填料的容许含盐量 ($\overline{DT}$)
氯盐渍土	$5\% \leq \overline{DT} \leq 8\%$ (一般为 5%，如加大夯实密度，可提高其含盐量，但不得大于 8%，其中硫酸钠含量不得大于 2%)
亚氯盐渍土	$\overline{DT} < 5\%$ (其中硫酸钠含量不得大于 2%)
亚硫酸盐渍土	$\overline{DT} < 5\%$ (其中硫酸钠含量不得大于 2%)
硫酸盐渍土	$\overline{DT} < 2.5\%$ (其中硫酸钠含量不得大于 2%)
碱性盐渍土	$\overline{DT} < 2\%$ (其中易溶的碳酸盐含量不得大于 0.5%)

注：在干燥度大于 50、年平均降水量小于 60 mm、相对湿度小于 40% 的西北内陆盆地地区，当无地表水浸泡时，路堤填料和地基上均不受氯盐含量的限制。

8.7.2 滑坡地段路基施工设观测点进行动态监控，是保证施工安全的有效措施。

9.1.3 近年来铁路路基支挡结构多次出现坍塌，究其原因，大都为地质与设计不符而又未核对办理设计变更，故作此规定。

9.1.4 支挡结构顶、侧面与边坡相接处的间隙应填实并封闭，否则浸入雨水造成基础软化引发事故。

9.1.8 泄水孔、反滤层、排水层、隔水层、沉降缝和伸缩缝等设置往往不受重视，但其处理不当会引发支挡结构质量事故，故作此规定。

9.9.3 护壁混凝土模板的支撑一般可在浇筑后 24h 拆除。

10.1.7 为保证施工质量，本节明确规定路基防护及排水工程的砂浆、混凝土应采用机械拌和。

10.2.1 边坡植物防护覆盖率、成活率要求参考现行《铁路路基边坡绿色防护技术暂行规定》编写。

10.2.2 土工网垫的固定钉在搭接处应适当加密。

10.4.4 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。

11.1.1 为保证客货共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，所有须在路基上开挖埋设的施工应与路基施工统筹安排，同步修建，并保证回填质量。

11.2.2 防护栅栏采用全线贯通封闭设置，是客货共线铁路安全、畅通的保障措施，所以防护栅栏本身的可靠程度尤为重要，故作此规定。

12.1.2 施工组织设计应含环境保护措施，并在施工中付诸实施。

12.1.4 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。

12.3.2 本技术指南表 12.3.2 中限值摘自《建筑施工场界噪声限值》(GB 12523)。

12.5.3 利用工业废渣作为填料或改良掺和剂时，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。