

中华人民共和国行业标准

铁路路基施工规范

Code for construction on subgrade of railway

TB 10202—2002

J 161—2002

主编单位：中铁二局集团有限公司

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：2002年7月1日

中 国 铁 道 出 版 社

2002年·北 京

关于发布《铁路工程节能设计规范》等 12个铁路工程建设标准的通知

铁建设〔2002〕24号

《铁路工程节能设计规范》(TB 10016—2002)、《铁路生产污水处理设计规范》(TB 10079—2002)、《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035—2002)、《铁路隧道喷锚构筑法技术规范》(TB 10108—2002)、《铁路瓦斯隧道技术规范》(TB 10120—2002)、《铁路路基施工规范》(TB 10202—2002)、《铁路桥涵施工规范》(TB 10203—2002)、《铁路隧道施工规范》(TB 10204—2002)、《铁路给水排水施工规范》(TB 10209—2002)、《铁路客车车辆设备设计规范》(TB 10029—2002)、《铁路电力牵引变电所所用电系统设计规范》(TB 10080—2002)、《铁路通信光纤用户接入网工程施工规范》(TB 10222—2002)等12个铁路工程建设标准,经审查现予发布,自2002年7月1日起施行。届时原《铁路工程设计节能技术规定》(TBJ 16—86)、《铁路特殊土路基设计规则》(TBJ 35—92)、《铁路隧道喷锚构筑法技术规则》(TBJ 108—92)、《铁路路基施工规范》(TBJ 202—86,含1996年局部修订版)、《铁路桥涵施工规范》(TBJ 203—86,含1996年局部修订版)、《铁路隧道施工规范》(TBJ 204—86,含1996年局部修订版)、《铁路给水排水施工规范》(TBJ 209—86,含1996年局部修订版)及《铁路客车技术整备所设计规则》(TBJ 29—90)同时废止。

对工程延续项目勘测设计中新老规范衔接问题,按《关于实施新发布设计规范有关问题的通知》(建技〔1999〕88号)办理。

以上标准由部建设管理司负责解释，由中国铁道出版社和铁路工程技术标准所组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

二〇〇二年三月十六日

前 言

本规范是根据《关于下达 1999 年铁路工程建设标准规范等三大部类编制计划的通知》(铁建设函〔1999〕50 号)的要求,在《铁路路基施工规范》(TBJ 202—87,含 1996 年局部修订版)的基础上修订而成的。

本规范共分 11 章,另有 4 个附录。主要内容包括总则、术语和符号、施工准备、路堤、路堑、路基防护、特殊路基、支挡结构、机械施工、爆破、工程验收等。

本规范修订的主要内容有:

(1) 将“特殊土地地区路基”和“特殊条件下的路基”两章合并,修订为“特殊路基”一章;

(2) 将“挡土墙、抗滑桩”章修订为“支挡结构”章;

(3) 将“施工控制与质量检验”章改为“路堤”章中的一节;

(4) 增加“工程验收”章;

(5) 增加了改良土施工、黄土路基、振动液化土路基和部分土工合成材料的施工工艺;

(6) 补充了软土路基施工工艺和环境保护的规定;

(7) 增加了施工复测必须贯通中线、水准测量的规定;

(8) 修订了原规范中填料使用范围表;

(9) 修订了路堤填筑压实标准;

(10) 修订了路堤预留沉降量及沉降观测方法;

(11) 取消了利用推土机、铲运机兼压实作业和斜层法填筑路堤的内容;

(12) 精减了“爆破”章的内容,增加了边坡光面爆破。

在执行本规范过程中,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二局集团有限公司规改办公室（成都市通锦路16号，邮政编码：610032），并抄送铁路工程技术标准所（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。

本规范由铁道部建设管理司负责解释。

本规范主编单位：中铁二局集团有限公司。

本规范主要起草人：罗正荣、李树堃、吴增铭、张教明、王崇绪、肖均。

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	3
2.1	术 语	3
2.2	符 号	4
3	施工准备	5
4	路 堤	7
4.1	一般规定	7
4.2	基 床	8
4.3	基床以下路堤.....	11
4.4	地基表层处理.....	13
4.5	取 土.....	13
4.6	预留沉降量及观测.....	14
4.7	改良土施工.....	15
4.8	低温施工.....	16
4.9	雨季施工.....	17
4.10	施工控制与检测	17
5	路 堑.....	20
5.1	一般规定.....	20
5.2	路堑各部.....	21
5.3	弃 土.....	23
6	路基防护.....	24
6.1	一般规定.....	24
6.2	坡面防护.....	24
6.3	冲刷防护.....	27
7	特殊路基.....	29

7.1	软土路基	29
7.2	膨胀土（岩）路基	35
7.3	黄土路基	37
7.4	盐渍土路基	40
7.5	冻土路基	42
7.6	振动液化土路基	42
7.7	浸水、水库路基	43
7.8	滑坡地段路基	44
7.9	崩塌、落石与岩堆地段路基	46
7.10	岩溶、洞穴地段路基	47
7.11	风沙路基	48
7.12	雪害路基	49
8	支挡结构	50
8.1	一般规定	50
8.2	重力式挡土墙	51
8.3	短卸荷板式挡土墙	52
8.4	悬臂式和扶壁式挡土墙	53
8.5	锚杆挡土墙	53
8.6	锚定板挡土墙	54
8.7	加筋土挡土墙	54
8.8	土钉墙	55
8.9	抗滑桩	56
8.10	桩板式挡土墙	57
8.11	预应力锚索	58
9	机械施工	61
9.1	一般规定	61
9.2	挖掘机挖装	62
9.3	装载机挖装	62
9.4	推土机推运	63
9.5	铲运机铲运	64

9.6	汽车运土	65
9.7	火车运土	66
9.8	平地机整平	66
9.9	机械压实	67
10	爆 破	69
10.1	一般规定	69
10.2	常用爆破	69
10.3	光面爆破和预裂爆破	71
11	工程验收	73
附录 A	路堤填筑压实试验	74
附录 B	填料分类、野外鉴别与室内试验	75
附录 C	岩土施工工程分级	79
附录 D	爆破各种岩石的单位炸药消耗量 k 值	81
	本规范用词说明	83
	《铁路路基施工规范》条文说明	84

1 总 则

1.0.1 为统一铁路路基施工技术要求，保证工程质量，使路基施工符合安全适用、技术先进、经济合理的要求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于旅客列车最高行车速度140 km/h的新建、改建标准轨距铁路的路基工程施工和验收。

1.0.3 路基工程必须按批准的设计文件施工，如需变更应符合铁路现行变更设计处理办法的规定。施工中当发现实际情况与设计不符或出现新的工程问题时，应及时向设计单位反馈信息。

1.0.4 铁路路基应作为土工结构物精心施工，严格按照工程质量标准进行管理，不留工程病害。路基各项工程，均应按计划及时配套完成，并及时收集资料，编好竣工文件。

重要工点或工序，应加强技术安全措施，施工中应防备雨、水、风、雪和其他自然灾害的影响和损害。

1.0.5 隐蔽工程，必须经检查合格并办理签证后，方准进行下一步工序施工。

1.0.6 路基施工中，应重视农田水利，节约用地，少占耕地。

1.0.7 路基施工应遵守有关环境保护的政策、法规。对环保工程应按要求与主体工程配套施工，同时完成。

1.0.8 路基施工应全面安排，因地制宜，就地取材，周密计划，正确选用施工方法，合理部署施工力量。

1.0.9 重点工程应编制个别实施性施工组织设计方案，按规定的程序批准后据以施工。

1.0.10 路基工程应推行机械化施工，推广采用新技术、新工艺、新设备、新检测方法，并制订达到本规范质量标准的工艺要求，不断提高路基施工技术水平和质量。

1.0.11 用于路基工程的钢材、水泥、土工合成材料、爆破器

材、大型机械及检测设备等应符合国家现行的有关标准，并具有合格证件，设备应有铭牌。

1.0.12 土质路基的路肩和边坡上不应埋设施工用电缆、电杆。

1.0.13 新建区间路基的机械化作业平台应与路基一并施工完成。

1.0.14 既有线改建和增建第二线路基，应周密安排施工，确保既有线路安全。

1.0.15 路基工程施工除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 桥涵缺口 gap behind abutment of bridge or culvert

桥缺口：桥台后下方不小于2m、上方不小于桥台高度加2m的范围。

涵缺口：涵洞两侧每侧不小于涵洞孔径两倍，并不小于2m的范围。

2.1.2 预留沉降量 reserved amount of settlement

为弥补路堤填完后路堤和地基的沉降量而预先加筑的填土高度。

2.1.3 土料 soil materials

天然土和岩石，包括经刨松、破碎的土、石。

2.1.4 填料 fill materials

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。

2.1.5 渗水土 permeable soil

填料分类表中细粒土含量小于15%的岩块、粗粒土（粉砂、黏砂除外）。

2.1.6 非渗水土 unpermeable soil

填料分类表中的各种细粒土和粉砂、黏砂以及细粒土含量大于或等于15%的岩块和粗粒土，易风化泥质软块石。

2.1.7 改良土 improved soil

通过掺入石灰、水泥、粉煤灰、固化剂等材料以提高工程性能的土体。

2.2 符 号

- D_r ——相对密度
- 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15%含量的粒径
- 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85%含量的粒径
- K_h ——重型击实标准的压实系数
- K_{30} ——地基系数
- n ——孔隙率
- w_{opt} ——填料的最优含水量
- $[\sigma]$ ——地基容许承载力
- ρ ——压实土的密度、湿土密度
- ρ_d ——土的干密度
- ρ_{dmax} ——土的最大干密度
- ρ_0 ——土的天然密度

3 施工准备

3.0.1 施工前应结合现场调查,核对设计文件及其内容是否符合现场实情。

3.0.2 路基工程施工调查,除全线或全段共同需要的项目外,还应根据工程特点着重调查收集下列内容的资料,并写出调查报告。

1 特殊路基的地质情况、地下水位、冻结深度等情况。

2 核对土石类别及分布,进行填料初步复查和试验。调查高填、深挖和站场的施工环境条件及取土、弃土困难地段的填料来源、弃土位置和运土条件等。

3 大量石方爆破地段的地形、地貌、地质和附近的居民、建筑物、交通与通信设施等情况。

4 大型土石方施工机械的运输及组装场地。

5 各项临时工程和施工防排水所需的资料。

6 改建既有线或增建第二线时,既有线的运营情况、路基状况,以及为采取安全、合理、施工方便的工程措施所需的资料。

7 新技术、新工艺、新机具、新材料等特殊需要的资料。

3.0.3 交接桩应在现场进行,并办理书面交接手续。

3.0.4 复测线路中线、水准及界桩应符合下列要求:

1 复测线路中线、水准必须与相邻工段的线路中线、水准贯通闭合。

2 每次测量结果必须进行复核。测量的原始记录应完整地保存至竣工测量完毕之后。

3 对主要的中线控制桩应设置护桩,并做好记录。

4 路基边桩应根据复测后的中线、水准按横断面施工设计

图测设；在地形、地质变化处应加测横断面和边桩。

3.0.5 路基工程施工前，应根据设计文件和施工调查资料，按工期要求编制实施性施工组织设计，确定施工方案，提出切实可行的安全、环保措施，合理地组织、调配劳力、材料和机械。

3.0.6 路基工程施工前，应组建工地试验室和健全安全、质量保证体系。

3.0.7 施工前应办好铁路用地及界内设施的拆迁、补偿等工作。

施工影响范围内如有道路、平交道、水渠、管路、线路、文物、永久性测量标桩、地质或地震观察设施等需要拆除、改道、迁移或进行防护时，应与其主管部门协商，妥善处理。

3.0.8 临时运输道路、施工管道与电线路、机械组装及维修设施等，均应满足开工需要。

利用原有公路运输大型机械，应先实地检查；当路基、桥梁宽度和载重等级及最小曲线半径不适应时，应采取临时加宽或加固等措施。

3.0.9 路基填、挖范围内的树木应予砍伐或移植。在挖方地段砍伐，应拔除树墩及主根。在填方地段砍伐，可留置露出地面不大于0.2m的树墩；当树墩侵入基床时，应拔除树墩和主根。

3.0.10 改建既有线或增建第二线施工，应按现行《铁路技术管理规程》的有关规定进行防护；并采取措施防止既有线的轨道、设备受到损伤。

改建原有道口，应妥善安排施工期间的临时通道。

3.0.11 路堤开工前，应根据该工点采用的填料种类和压实机械，选择一定长度的路堤按本规范附录 A 做填筑、压实试验，以确定合理的铺填厚度、压实遍数和填筑工艺。

4 路 堤

4.1 一般规定

4.1.1 填料分类应符合现行《铁路路基设计规范》(TB 10001)的规定。各种填料的分类鉴别(见本规范附录 B)及检测应按本章第 4.10 节的有关规定办理。

4.1.2 路堤各部分及护道,应分层填筑并压实到规定的密实度。填层的铺填厚度与压实遍数应通过压实试验确定。

4.1.3 填料含水量控制范围应根据填料性质、要求的压实度和机械压实能力综合确定。细粒土和粉砂、黏砂填层的压实,应在接近其最优含水量时进行。当含水量过高时,应采取排水疏干、松土晾晒或其他措施;当含水量过低时,应加水润湿,也可先挖弃表土,取用含水量适当的下层土。人工润湿的加水量 $M_w(\text{kg})$ 可按下式估算:

$$M_w = \frac{M_s}{1 + w_n} (w_{opt} - w_n) \quad (4.1.3)$$

式中 M_s ——所取填料的湿重(kg);

w_n, w_{opt} ——填料的天然含水量、最优含水量,以小数表示。

4.1.4 路堤施工应及时做好下列防、排水工作:

- 1 基底、坡脚、填层面不得积水;
- 2 傍山修筑路堤时,应防止地表、地下水渗入路堤结构各部;
- 3 在多雨地区或雨季,施工期间应防止地表水流入细粒土和粉砂、黏砂的取土坑、场内,并应随时排除其中的局部积水。

4.1.5 填筑路堤应符合下列规定:

1 施工前，必须对地基进行复查及处理，并随即填筑。发现地基范围内有泉眼、坑穴或局部松软等，应及时向设计、监理单位反映，不得任意填塞。

2 填筑路堤宜按三阶段、四区段、八流程的工艺组织施工。

3 填料的挖、装、运、填及压实应连续进行。在作业过程中，对细粒土和粉砂、黏砂填料，应防止其含水量的不利变化；对粗粒土和软块石，应防止产生颗粒的分解、沉积和离析。

4 不同种类的填料不得混杂填筑，每一水平层的全宽应采用同一种填料。当渗水土填在非渗水土上时，非渗水土层顶面应向两侧做成不小于4%的排水坡。

5 细粒土和粗粒土填料中不得夹有大石块或其他大块体。

6 路堤应纵向分层填筑压实；填层应整平，厚度均匀，压实层表面应大致平整。细粒土、粉砂、黏砂填层表面的局部凸凹差不应大于30 mm，每层表面应做成不小于2%的横向排水坡。

7 填层压实宽度不应小于设计值；每层填筑压实应检验合格后，方可在其上继续填筑。

8 两段路堤接头处，每层端头应预留2~3 m长的搭接台阶。

9 在完工的路堤顶面，除压实、整平和运铺底碴的机械外，不应行驶其他大型机械和车辆。

4.1.6 采用改良土时，施工应符合设计要求及本章第4.7节的规定。

4.2 基 床

4.2.1 基床填料使用范围应满足表4.2.1的规定，浸水部分尚应满足表4.3.1的规定。基床表层填料中不得含有粒径大于150 mm的石块。当需要利用表列不宜使用的填料时，应按设计规定采取封闭、改良土质等措施。

表 4.2.1 基床填料使用范围

填料类别名称		条 件 说 明		地区年平均降水量(mm)			
				不大于 500		大于 500	
				表层	底层	表层	底层
岩 块	硬 块 石			宜	可	宜	可
	软 块 石	微风化(非泥质岩石)		宜	可	宜	可
		弱 风 化		不得	可	不得	可
		强 风 化		严禁	不得	严禁	不得
	漂 石 土	细粒土含量小于30%		宜	可	宜	可
	卵 石 土 碎 石 土 圆 砾 土 角 砾 土	细粒土含量小于15%		宜	可	宜	可
		细粒土含量在15%~30%		宜	可	宜	可
		细粒土含量 大于30%	$I_p \leq 12, w_L \leq 32$	不宜	可	不宜	可
			$I_p > 12, w_L > 32$	不宜	可	不得	可
	砾砂、粗砂、中砂	级配良好		宜	可	宜	可
		级配不良		宜	可	宜	可
粗 粒 土	细 砂			不宜	可	不宜	可
	粉 砂			不宜	可	不得	可
	黏 砂			宜	可	宜	可
	砂 粉 土			宜	可	宜	可
细 粒 土	砂 黏 土	$I_p \leq 12, w_L \leq 32$		宜	可	宜	可
		$I_p > 12, w_L > 32$		可	可	不得	可
	粉土、粉黏土	$I_p \leq 12, w_L \leq 32$		不宜	可	不宜	可
		$I_p > 12, w_L > 32$		不宜	可	不得	可
	黏粉土、黏土			严禁	不得	严禁	不得
	有 机 土			严禁	严禁	严禁	严禁

注：1 基床表层所用块石、漂石类填料，系指其中粒径小于和等于150 mm部分；

2 I_p ——塑性指数； w_L ——液限。

4.2.2 基床每一压实层的全宽必须使用同一种且条件相同的填料；上下层使用不同种类及条件的填料时，应符合下列要求：

1 两渗水土填层间, 粒径较粗填料的 D_{15} 与较细的 d_{85} 之比应满足 $D_{15} \leq 4d_{85}$ 的要求。

2 非渗水土与渗水土填层间, 颗粒较粗填料的 D_{15} 粒径应小于 0.5 mm 。

相邻填层填料的粒径条件不符合上列要求时, 两层间应加设粒径过渡垫层。

4.2.3 基床的压实度应符合现行《铁路路基设计规范》(TB10001)的规定, 并应分别达到下列压实要求:

1 细粒土和黏砂、粉砂的压实系数或地基系数不应小于设计 K_h 或 K_{30} 值, 含水量偏离最优含水量的限值为 $\pm 2\%$ 。

2 细砂、中砂、粗砂、砾砂的相对密度或地基系数不应小于设计 D_r 或 K_{30} 值。

3 砾石、碎石类土和块石类混合料的地基系数不应小于设计 K_{30} 值。

4.2.4 采用改良土填筑基床表层, 应在下承层填土稳定后进行。填筑前应先将下承层表层压实到不小于最大干密度的 89% 。

4.2.5 基床下承层和基床底层表面, 均应整平、压实, 并经检查核对其宽度、高程和压实度后, 再分别按基床构造的规定填筑压实。

4.2.6 路基基床施工宜分为填土、整平、压实、检测四区段进行流水作业。

4.2.7 路基面应按设计测量放样, 与基床表层一并填筑压实, 作到肩棱明显、路拱符合设计, 并符合下列要求:

1 线路中线至两侧路肩边缘的宽度不应小于设计值。

2 预留沉降量后的路肩高程: 允许偏差 $\pm 3 \text{ cm}$ 。

3 在每 100 m 长度内, 用 2.5 m 长直尺垂直于线路中线, 间距大致均匀地抽测 10 次, 其最大凸凹差, 细粒土、粗粒土路基面均不应大于 15 mm , 岩块路基面不应大于 50 mm 。

当表面整平补填厚度小于 10 cm 时, 应将原压实层翻挖至少 10 cm 深, 再补填压实。

4.2.8 有路拱与无路拱的路基面连接时，路基面应在无路拱地段顺坡，其长度不应小于10m。

4.3 基床以下路堤

4.3.1 基床以下路堤填料应按表4.3.1的规定选用。当需要利用表列不宜使用的填料时，应按设计要求采取改良土质等措施。

表 4.3.1 基床以下路堤填料使用范围

填料类别名称		条 件 说 明	不浸水部分	浸水部分
岩 块	硬 块 石		宜	宜
	软 块 石	微风化（非泥质岩石）	宜	可
		弱 风 化	可	不宜
		强 风 化	不得	不得
粗 粒 土	漂 石 土 卵 石 土 碎 石 土 圆 砾 土 角 砾 土	细粒土含量小于15%，级配良好	宜	宜
		细粒土含量15%～30%，级配不良	宜	不宜
		细粒土含量大于30%	可	不宜
	砾砂、粗砂、中砂		宜	宜
	细 砂	有防止振动液化和增强水稳性等措施	宜	可
		无防止振动液化和增强水稳性等措施	可	不得
	粉 砂	有防止振动液化和增强水稳性等措施	可	不宜
		无防止振动液化和增强水稳性等措施	不宜	不得
	黏 砂		宜	不宜
	砂粉土、砂黏土		宜	不宜
细 粒 土	粉土、粉黏土		可	不宜
	黏粉土、黏土		不得	不得
	有 机 土		严禁	严禁

4.3.2 使用不同种类和条件的填料填筑路堤应按设计要求进行。当采用包心路堤时,对堤心与两侧的填料应分别进行施工控制。在颗粒大小相差悬殊的两填层间应加设粒径过渡垫层,垫层的粒径应满足 $D_{15} \leq 4d_{85}$ 的要求。

4.3.3 基床以下路堤填料的压实度应符合现行《铁路路基设计规范》(TB10001)的规定,并应分别达到下列压实要求:

1 细粒土和黏砂、粉砂的压实系数或地基系数不应小于设计 K_h 或 K_{30} 值;含水量偏离最优含水量的限值为 $\pm 2\%$ 。

2 细砂、中砂、粗砂、砾砂的相对密度或地基系数不应小于设计 D_r 或 K_{30} 值。

3 砾石、碎石类土和块石类混合料的地基系数不应小于设计 K_{30} 值。

4.3.4 填石路堤应采用级配较好的硬质块石填筑,每层石料松铺厚度宜为 0.5~0.8 m,但不应大于 0.8 m,其中石块最大尺寸不得大于层厚的 2/3,石块应大、小级配填筑;边坡部分应先用大石块码砌。

4.3.5 在一般情况下,不应采用倾填。只在陡坡地段受地形限制、施工特别困难或大量爆破移挖作填时,才可倾填于路堤下部;但在基床下不小于 1 m 的范围内应分层填筑压实。倾填的填料必须是不易风化的块石。倾填前,边坡应用较大的石块码砌,其厚度不应小于 2 m。

4.3.6 填筑桥涵缺口应符合下列规定:

1 必须待桥涵砌体达到设计强度后才可进行填筑。

2 桥缺口应用渗水土填筑,严格按设计要求进行分层压实,分层厚度不应大于 0.2 m。桥台锥体与台后缺口应同时填筑;桥台两侧锥体应对称填筑。

3 涵洞缺口的填料粒径应小于 150 mm,两侧必须对称分层填筑;涵洞顶部填土,必须填至厚度大于 1 m 后,才可用大型机械填筑。

4 大型机械与桥台、涵洞及挡土墙边缘应保持不小于 1 m 的

间距。

5 涵洞两侧及桥台、挡土墙背后的填土压实，宜用人工配合小型机械压实或采取其他措施。

4.4 地基表层处理

4.4.1 路堤地基表层应根据设计规定及施工时的实际情况，按下列规定进行处理：

1 挖台阶应自下而上进行，随开挖、随填筑，以保持台阶梯坎稳定；

2 土质地基均应碾压后做成不小于2%的排水坡；

3 当地基表层为松土，其厚度大于0.3m时，应将松土翻挖、分层回填压实，或采取其他加固措施，压实密度与路堤相应部位的要求相同；

4 当表层为水田、池塘和软弱土层时，应采取排水疏干、换土、抛填片石、铺砂垫层及其他加固措施，并按本规范第7.1节的有关规定施工。

4.4.2 地基有地下水出露时，应将其出露位置、出水量和处理情况做详细记录，经检验符合设计要求后才可填筑路堤。

4.4.3 地面横坡陡于1:2.5的地基和松软土层或池塘地基以及施工技术复杂的地基，均应在路堤填筑期间对路堤和地基进行观测。发现有显著位移或异常变形时，应即暂停施工，查明原因，采取适当的处理措施。

4.5 取 土

4.5.1 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。

4.5.2 在路堤两侧设置取土坑应符合下列规定：

1 坑边到路堤坡脚的宽度不应小于2m。

2 取土坑深度应以不使路堤边坡（包括护坡）的延长线落

入坑内为限。取土坑兼作排水沟时，其深度应与设计排水系统及桥涵处排水口的高程相适应。

3 取土坑宽度应根据实需取土数量，结合坑深、施工方法和用地要求，经济合理地确定。对不能归还地方使用的取土坑，其外侧边至用地界的距离不应小于1 m。

4 取土坑底应平顺，并有向外的排水坡。坑的边坡应稳定，土质边坡坡度不应陡于1:1。

4.5.3 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。

4.5.4 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做土地整治或采取防护措施。

4.6 预留沉降量及观测

4.6.1 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，预先加筑沉降量，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。

4.6.2 路堤预留沉降量可按下列范围取值：

1 路堤高度小于或等于5 m时，可按平均提高的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提高0~1%的预留沉降量。

2 用级配良好的不易风化块石填筑，并用重型机械压实的路堤，预留沉降量可按提高的0~0.5%取值。

3 路堤高度差在4 m以内的地段可按该段提高的平均值计算预留沉降量。

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，路基面设计宽度不变。

4.6.3 对边坡高度大于12 m的路堤，应在填筑完成后选有代表

性的断面进行路基面沉降观测。观测点宜设在边坡较高一侧的路肩附近，定期进行观测，用拟合沉降曲线法推算最终沉降量和剩余沉降量，并据以修正预留沉降量。对边坡高度等于和小于12 m及停放期较短的路堤，可按上述影响因素比照同类路堤的观测推算结果取值，修正预留沉降量。

4.6.4 预留沉降提高路基面地段的两端，应向相邻的填挖交界或桥台以及预留沉降量较小的地段顺坡递减；顺坡后的坡度不应大于线路限制坡度加2‰。

4.7 改良土施工

4.7.1 外掺料的种类、标号、品质应符合设计要求；包装、运输和储存应保证不受潮变质。掺料中不应含有草根、杂物。

4.7.2 施工前应根据设计配方现场取样做室内试验，确定改良土的最大干密度和最优含水量；并按设计要求做强度试验，不满足要求时应调整配方。施工前应按本规范 3.0.11 条的规定进行试验段施工，以确定施工工艺和参数。

4.7.3 施工时应严格按照室内试验配方配料，拌和至色泽均匀。拌和方法宜采用集中拌和法、路拌法或采用土壤稳定处理机拌和。

4.7.4 改良土的压实密度应满足设计要求。压实含水量应严格控制在最优含水量+2%～-1%范围内。两段接头的处理应符合本规范第 4.1.5 条的规定。

4.7.5 石灰改良土施工应符合下列规定：

1 土料中硫酸盐含量应小于0.8%、有机质含量应小于10%。土块粒径应耙碎至设计要求；

2 石灰撒入土中后，宜不洒水进行初拌，拌均后应闷料8～12 h，再进行洒水复拌，拌匀后即行整平、压实；

3 压实后各项性能指标的检测应按设计要求进行。

4.7.6 水泥改良土施工应符合下列规定：

1 土料中硫酸盐含量应小于0.25%、有机质含量应小于

2.0%。土块应击碎至粒径不大于15 mm。

2 水泥撒入土中后应立即进行干拌，拌匀后再边洒水边拌和，拌均后立即整平、压实；从拌和开始至压实完成不应超过5 h。压实时应采取措施减小震动，避免扰动下层。

3 压实后各项性能指标的检测应按设计要求进行。

4.7.7 改良土压实后应按规定进行养护。

4.7.8 改良土不得在雨天和寒冷的冬季施工，并应在冰冻前留足养护期。

4.8 低温施工

4.8.1 昼夜平均气温在0℃以下且连续15 d，应按低温施工办理。

4.8.2 低温施工的路堤地基应在冻结前处理，处理方法除应符合本章第4.4节的规定外，还应清除冰雪、疏干积水，坑洼处用与地基同类的未冻土填平压实。处理好的地基应随即覆盖不使冻结。

4.8.3 低温施工宜选用级配良好的渗水土作填料；当需要使用非渗水土时，其含水量宜低于塑限。季节性冻土地区不得使用冻土填筑路堤。

4.8.4 低温施工应采取下列防冻措施：

1 施工地段的积雪，施工前必须清除。

2 填筑路堤应随挖、随运、随填、随压实，已铺土层未压实前，不得中断施工。应保证挖、运、填、压的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应用松土或草袋覆盖。

4 分层填筑铺土厚度应减薄20%~25%。

5 施工中遇大雪或其他原因中途停工时，应整平填层及边坡并加覆盖；继续施工前，应清除表面冰雪。

4.8.5 低温施工的路基面及边坡的修整工作宜在解冻后进行。

4.9 雨季施工

4.9.1 雨季施工地段，应在雨季前做好涵洞，并做好防水、防洪及排水工作。

4.9.2 雨季填筑路堤，应集中力量，组织快速施工，不宜全面铺开。填层表面横向排水坡度不应小于2%。

4.9.3 严禁在雨天进行填筑非渗水土的作业。

4.9.4 雨后必须待填层面晾干或采取其他措施，并确认填料含水量合格后才能继续施工。

4.10 施工控制与检测

4.10.1 路堤施工应按表4.10.1对填料进行复查试验。填料类别，可先按本规范附录B中第B.0.2条所述方法辨认，然后按地段及取土处土层情况，分别取有代表性土样，按表中项目作土工试验，并按规定格式提出试验报告。

表 4.10.1 填料复查频次

试验项目 填料类别	颗粒 级配	液限、塑限	相对 密度	击实试验	大于5mm颗粒 的单位体积重
细粒土及粉砂、黏砂	—	$\frac{1000}{5000 \sim 10000}$	—	$\frac{1000}{5000 \sim 10000}$	$\frac{1000}{5000}$
粗粒土（粉砂、黏砂除外）	10000	—	$\frac{1000}{10000}$	—	10000

注：1 表列数字表示应做一次试验的填筑体积（ m^3 ），横线以上数值用于基床表层，横线以下数值用于基床底层及以下路堤；

2 大于5mm颗粒的单位体积重系进行密度校正计算时应做的试验。

4.10.2 填料的含水量和密度的测定应按现行的《铁路工程土工试验方法》执行。采用其他测试方法时，应按经鉴定批准的专门规定或使用要求办理。

4.10.3 对填层有强度要求时，应按设计提出的测试方法和强度指标进行施工控制。

4.10.4 路堤施工质量检查应包括地基、填料和压实度（必要时

强度)的检验。根据检验结果,及时改进施工质量。当地基不符合设计要求时,不得填筑路堤。

4.10.5 路堤地基检查为工程评价的主要依据,应做详细记录并签证。

4.10.6 施工中应检查核对填料的试验和实际使用情况,不符合规定和要求时应予纠正。

4.10.7 在每一区段的填筑过程中(包括换填),应按下列范围、频次和取样要求,对细粒土采用压实系数或地基系数、粗粒土采用相对密度或地基系数进行分段检测。

1 压实系数 K_h 与相对密度 M_r

- 1) 基床及基床以下部分每层检测一次;在长度不大于100m范围内检测不少于6点。
- 2) 检测点应包括填层中部2点,距填层两侧边缘0.5~1.0m各2点。用环刀法检测时应在压实层下2/3处取样。
- 3) 每个检测点应做两次平行密度测定,两次相差不大于0.02g/cm³时,取其平均值。

2 地基系数 K_{30}

- 1) 基床及基床以下部分每层检测一次;在长度不大于100m范围内检测不少于2点。
- 2) 检测点应包括填层中部一点、距填层边缘2m处一点。按左、中、右大致均匀分布。

4.10.8 在下列情况或地段应根据工程质量控制的需,增加检测的点数:

- 1 填料类别及特征有明显变化时;
- 2 每种填料来源取土填筑开始的10%期间;
- 3 填石路堤;
- 4 桥涵缺口及桥头路堤地段;
- 5 双线、多线路基;
- 6 填筑压实质量可疑地段。

4.10.9 对压实系数、相对密度或地基系数检测不合格的分段应补充压实。

4.10.10 施工期间， K_{30} 荷载板的油泵和油压表应定期配套标定，百分表应定期校验，标定、校验的周期不应超过6个月。

5 路 堑

5.1 一般规定

5.1.1 路堑开挖、基床处理、排水系统和弃土等，应按施工时的地形、地质、气象、水文实际情况结合设计要求布置施工。

5.1.2 土石的工程等级应按本规范附录 C 进行分级。

5.1.3 路堑开挖可按地形情况、岩层产状、断面形状、路堑长度及施工季节，并结合土石方调配选用下列方式开挖：

1 全断面开挖，宜用于平缓地面上短而浅的土石路堑，用挖装、车运机具施工。

2 横向台阶开挖，宜用于平缓横坡上一般土石路堑，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，宜用于土质路堑，用铲运、推土机械施工。

4 纵向台阶开挖，宜用于土、石质傍山路堑，应按土石方调配要求，采用适当的机具施工；可利用土石自重或扬弃爆破排出土石。边坡较高时，宜分级开挖；路堑较长时，可适当开设马口。边坡高度大于20m的软弱、松散岩质路堑，宜采取分级开挖、分级支挡、分级防护和坡脚预加固措施。

5.1.4 路堑排水系统施工应满足下列要求：

1 路堑施工应先做好堑顶截、排水，并经常检查防止渗漏。堑顶为土质或含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。

5.1.5 开挖路堑应符合下列规定：

1 应先检查坡顶、坡面，对危石、裂缝和其他不稳定情况必须妥善处理。

2 开挖应从上至下进行，严禁掏底开挖。

3 在岩石的走向、倾斜不利于边坡稳定及施工安全的地段，应顺层开挖，不得挖断岩层，并采取减弱施工振动的措施；在设有挡土墙的上述地段，应采取短开挖或马口开挖、并设临时支护等措施。

4 软石和强风化岩石宜采用机械开挖，边坡高度大于20m的坚硬岩石可采用光面、预裂爆破开挖。

5 爆破应根据岩性、产状、边坡高度选择适当的爆破方法，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；凸凹不平处应用浆砌片石补齐。

6 在岩石路堑的侧沟平台上应按设计预留信号、电力电缆槽。开挖时不得损坏边坡坡脚，必须保证侧沟和侧沟平台完整；如有损坏，应用混凝土或浆砌片石补齐。

5.1.6 路堑开挖遇有下列情况时，应及时向设计单位反馈：

1 设计边坡、基床的土石种类或岩层构造与实际明显不符时；

2 因自然灾害危及堑底或边坡稳定时；

3 采用新的或特殊的施工方法，需改变边坡坡度时；

4 需增设或改变支挡、防护结构及排水设施时。

5.2 路 堑 各 部

5.2.1 边坡开挖应符合下列规定：

1 正确标出边桩连接线。经常检查边坡开挖坡度，纠正偏差。

2 坡面平顺，无明显的局部高低差；无凸悬危石、浮石、硫堆、杂物。

3 边坡上出现的坑穴、凹槽应按本规范第6.2.5条嵌补平

整。

4 平台台面应有倾向路堑侧沟的排水坡度。

5 需设防护的边坡，应按设计及时防护；当不能紧跟开挖防护时，应留一定厚度的保护层，待作护坡时再刷够边坡。

5.2.2 路堑施工接近堑底时，应鉴别核对土石，按设计断面测量放样，开挖修整，或按设计采取压实、换填、改良土质、排水、封闭等措施。

5.2.3 路堑基床换填施工时，填料、压实及地基表层处理应符合本规范第4.2.1条、第4.2.3条及第4.4节的有关规定。

5.2.4 路堑路基面应平顺、肩棱整齐，路拱符合设计，爆破时局部缺损的路肩应以浆砌片石修补平整，施工允许偏差应符合下列规定：

1 宽度：线路中线至两侧路肩边缘的宽度 $+5_0$ cm。

2 路肩高程： ± 3 cm。

3 平整度：在每100 m长度内，用2.5 m长直尺垂直于线路中线，间距大致均匀地抽测10次，量得的最大凸凹差，土质路基面均不大于15 mm，石质路基面均不大于50 mm。

填补凹坑应采用与路基面土石种类相同的填料并加以压实。

5.2.5 有路拱与无路拱路基面之间的连接，应符合本规范第4.2.8条的规定。

5.2.6 天沟、侧沟、吊沟及其他引、截、排水设施，应按设计绘出详图，放样施工，并应符合下列规定：

1 沟基稳固。沟形整齐，沟坡、沟底平顺。排水沟严禁设在未做处理的虚碴、弃土上。

2 水沟排水不得对路基产生危害。

3 天沟、吊沟应挖在原地面以下，不应在地面坑凹处通过；当需要通过时，应按照路堤填筑压实的要求将坑凹填平，然后挖沟，并应防止填土沉降变形。

5.3 弃 土

5.3.1 弃土堆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。

特殊路基的弃土堆设置应符合本规范第 7 章的有关规定。

5.3.2 在平缓地面设置堑顶弃土堆应符合下列规定：

1 弃土堆的内侧边坡高度不应大于 2.5 m，坡度不应陡于弃土天然坡角的坡度。

2 弃土堆内侧坡脚至堑顶的距离宜为 2~5 m；堑坡较高、土质条件较差时不宜小于 5 m。对分期修建的复线或站场，弃土应预留远期工程的位置。

3 弃土堆置于山坡上侧时，应连续堆填；置于山坡下侧时，应间断堆填，并使堑顶地面水能顺利排出。

5.3.3 在地面横坡陡于 1:5 的地段，不应在路堑上方设置弃土堆。

5.3.4 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，不应在堑顶设置弃土堆。

5.3.5 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、弃碴；

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、弃碴；

5 不宜沿江、河、海的岸滩堆置弃土、弃碴。

5.3.6 对弃土、弃碴场应按照设计及时完成防护工程。

6 路基防护

6.1 一般规定

6.1.1 路基防护应在适宜时间施工并及时完成。

6.1.2 各种防护设施应在稳定的地基和坡体上施工。在设有挡土墙或地下排水设施地段，应先做好挡土墙、排水设施，再做防护。

6.1.3 防护的坡体表面应先整平，有地下水露头时应做引排处理；防护层应与土石坡面密贴结合，背后不留空隙。

6.1.4 防护砌体施工应符合现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB 10210) 的规定。

6.1.5 护坡的垫层或反滤层应严格按照设计的层数、厚度和颗粒级配的要求施工；砂、砾石应筛选清洗，含泥量不得大于5%。采用土工织物做反滤层时，施工应符合现行《铁路路基土工合成材料应用技术规范》(TB 10118) 的规定。

6.2 坡面防护

6.2.1 边坡植物防护施工应符合下列规定：

- 1 坡面防护宜在适宜植物生长的季节施工；
- 2 撒播草籽宜先将种子与砂、干土或锯末混合后撒播；播种后将土耙匀拍实，并洒水养护；
- 3 采用土工网格、土工网垫喷播植草防护时，铺设网格、网垫应与坡面密贴，上、下边埋入土中不宜小于0.4 m；喷播草籽后应及时覆盖表土，洒水养护；
- 4 种草后，应进行养护，直至植物成长覆盖坡面；成活率应达90%。

6.2.2 骨架植物护坡施工应符合下列规定：

1 施工前应清除坡面浮土、石块，填平坑凹；当骨架内需另铺种植土时，应先将坡面适当清刷。

2 骨架应按设计形状和尺寸嵌入边坡内，表面与坡面齐平，其底部、顶部和两端均应做镶边加固。

3 骨架宜采用混凝土预制块拼装；当采用浆砌片石骨架时，应在路堤填土沉降已趋稳定后施工。

4 骨架施工宜先在坡面上按骨架宽度垂直坡面打入两块钢板，在两钢板间挖槽后，满槽砌筑浆砌片石或拼装混凝土预制块。

5 应按设计修筑养护阶梯。

6 骨架内的种植土应与骨架表面齐平，并与骨架和坡面密贴。骨架内撒播草籽，并养护管理至成活率达90%。

6.2.3 喷浆、喷混凝土（含锚杆、挂网）防护施工应符合下列规定：

1 施工前应清除坡面浮土、松石，并将较大裂缝、凹坑嵌补牢实、平整。

2 应先用高压风吹洗锚杆孔，除去孔内泥渣，再注浆安设锚杆。

3 挂网应与锚杆牢固连接，并与坡面保持规定的间距。

4 喷浆、喷混凝土作业前应通过试喷，调节适宜的水灰比以控制喷层质量和减少回弹量。

5 喷射作业应自下而上逐排作圆形绕动，喷枪嘴宜与坡面保持约1 m的距离，喷枪宜垂直于坡面喷射。

6 喷层厚度应满足设计要求。当喷层厚度大于7 cm时，宜分两层施喷；喷后应养护 5~7 d。

7 金属网（或土工格栅）及锚杆头不得外露。并应做好喷层周边与未防护坡面的衔接封闭处理，防止水从缝隙浸入。

8 喷射钢纤维混凝土时，喷射材料应分两次拌和，增粘剂应在第二次拌和时掺入。拌和料应在规定时间内喷完。喷射后

2h即应开始养护。

9 在雨、雪、大风天气及气温低于0℃时不得进行喷射作业。

6.2.4 浆砌片石护坡、护墙施工应符合下列规定：

1 应清除坡面松动岩石。局部超挖或凹陷处应挖成台阶，用与砌体相同的材料砌补，不得回填土、石或干砌片石。

2 基脚应设置在稳固的岩层上；地基软弱时，应采取加深基脚或加固地基的措施。

3 护坡、护墙表面及两端面应砌筑平顺，背面应与坡面密贴。顶面与边坡间的缝隙必须封严。

4 砌体应采用坚硬、不易风化的片石以挤浆法砌筑；片石的强度不应低于 MU30。

5 封闭式的坡面必须在砌体上设置伸缩缝、泄水孔和反滤层；泄水孔必须畅通。坡面有地下水露头时，应做引排处理。

6.2.5 采用填缝、灌浆、嵌补、支顶等措施防护、加固边坡时，应符合下列规定：

1 填缝、灌浆应先清除草根、泥土，并冲洗缝隙。填缝砂浆应嵌入缝中，并与岩石牢固结合。对较大的裂缝可用 M5 水泥砂浆或 C10 混凝土灌注封闭。

2 嵌补坡面空洞及凹槽，应先清除松动岩石，再将基座凿平，并保持襟边宽度不小于0.5m，然后再行砌筑；应做到嵌体稳固，表面平顺，周边封严。

3 支顶危石、悬岩，其砌体基础应置于完整、稳固的岩体上，并整平或凿成台阶。

6.2.6 干砌片石护坡施工应符合下列规定：

1 基础埋置深度除应符合设计要求外，当其外侧有取土坑时，还应采取必要的措施保护基脚。

2 干砌片石护坡应自下而上逐排筑砌，厚度均匀。砌体片石应互相搭叠错缝，间隙塞满，表面平整。

3 设有垫层的护坡，应按垫层设计厚度随垫随砌。

4 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。

5 采用卵石砌筑护坡时，同层卵石块径应大体一致，卵石长轴应垂直坡面，裁砌挤紧。

6.2.7 边坡渗沟施工应符合下列规定：

1 沟底铺砌应置于稳定地层上；台阶连接处应砌筑密贴，防止漏水。

2 沟内应填充硬块石，底部应填块径不小于30 cm的石块；反滤层材料及厚度应符合设计要求；顶面应封闭严密，防止地表水流入沟内。

3 渗沟出口应与纵向排水设施或挡土墙上的排水孔紧密衔接，保证排水畅通。

4 用土工合成材料作渗沟反滤层，应铺设平顺，松紧适度，并与沟壁土体密贴，不得有褶皱；接头搭接宽度不宜小于0.2 m。

6.3 冲刷防护

6.3.1 冲刷防护采用干砌、浆砌片石或混凝土护坡施工时应符合下列规定：

1 基坑开挖中应核对地质情况，落实基础高程和嵌入基岩深度。明挖基坑应按照本规范第8.1.4条的规定施工；采用沉井或桩基的水下和深基础施工，应符合现行《铁路桥涵施工规范》(TB10203)的有关规定。

护坡基础及护基设施宜在枯水期完成，并应在洪水来临前做好坡面铺砌。

2 铺砌护坡应在坡体沉降已趋稳定后进行；铺砌前应整平、夯实坡面。

3 护坡两端及顶部应与边坡和岸坡平顺、密贴、牢固地衔接。

4 干砌、浆砌片石护坡应采用坚硬、耐冻、未风化的片石砌筑，片石强度不应低于MU30。

5 必须按设计尺寸和材料设置反滤层。

6.3.2 抛石防护应使用不易风化的石块，其块径和质量应满足设计要求；边坡不应陡于设计坡度，并应大致平顺，凹坑和过陡处应补抛填足。

6.3.3 石笼防护施工应符合下列规定：

1 笼体结构、尺寸和材料应符合设计要求。

2 装石块径应有80%以上大于笼网孔径。较大石块应装在笼内的边部，并使石块的棱角露出网孔以外，较小石块装在中部。

3 石笼基底应大致平整；孤石应予清除。

4 安置石笼应作到位置正确，搭叠稳固，衔接紧密，并须保证其整体作用。

6.3.4 挑水坝、顺坝及潜水坝等导流结构施工时，应周密调查核对坝址情况，当地质、河道、水文条件发生变化或在施工中发生新的变化时，应通过设计处理后方可施工，并应特别注意坝基处理和坝根与河岸或其他防护设施的嵌接。

6.3.5 改河工程施工应符合下列规定：

1 改河工程应安排在枯水期施工；旱季不能完成时，应采取渡洪措施。

2 开挖河道，应先挖中段、再挖末段，经检查确认新河床已完全符合要求后，方可挖通上游河段。

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，改河进口河段的河床纵坡可稍大于设计坡度，但不得小于设计坡度。

5 新河道的加固设施及导流结构应合理安排施工进度，及时配套完成。

7 特殊路基

7.1 软土路基

7.1.1 软土路基施工应符合下列规定：

- 1 当地基的承载力和沉降量不满足要求时，必须按照设计将地基处理后才可填筑路堤；
- 2 采用排水固结措施加固地基应及早安排施工；
- 3 施工场地，除采用抛石挤淤法外，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；
- 4 开工前应按填料要求选好取土场，合理规划运土路线，并按照填土要求的时间，周密安排施工作业计划；
- 5 运土道路应采用合格的填料填筑，其基底应做适当排水、加固处理，路面结构应能满足重载行车的需要；
- 6 桥涵缺口处的地基处理宜与相邻路堤同步进行。

7.1.2 在软土地基上填筑路堤应符合下列规定：

- 1 施工前应根据设计需要做一段试验路堤，用以检定设计参数和确定施工工艺，指导全段施工。
- 2 小于临界高度的路堤可按一般填筑速率施工；等于和大于临界高度的路堤，应按设计规定的填土速率和停放时间施工。施工组织应结合控制填土的需要安排，避免窝工。
- 3 填筑软土路堤，均应在路堤中心设置一定数量的路基面和地面沉降观测点，其间距不宜大于500 m；在软土路堤地基加固地段，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，以控制填筑速率和推算工后沉降量。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 填筑路堤应按下列限值辅助控制填筑速率:

- 1) 边桩水平位移量每天不得大于10 mm;
- 2) 路堤中心地面沉降量每天不得大于20 mm。

当超过以上任一限值时,应减缓填筑速率或停止填筑。

5 路堤应采用合格的填料填筑,其压实标准与一般路堤相同。

6 反压护道应与路堤同时填筑。

7 填筑路堤时应按本规范第4.6.2条的规定预留沉降量。

8 施工过程中应及时向设计单位提供沉降观测资料,供修正设计使用。

7.1.3 软土地基换土应根据土质情况和换土深度,按设计范围将软土全部或分段清除,整平底部,再比照路堤相应部位规定的填料、压实标准和填筑工艺进行回填。

7.1.4 软土地基抛石挤淤施工应符合下列规定:

1 石料宜使用不易风化的片石,片石尺寸不宜小于0.3 m。当料源困难时,允许有20%以下的较小片石,但块径不得小于15 cm。

2 抛投片石应从地基中部向两侧逐步进行。当软土底部横坡陡于1:10时,应自高侧向低侧抛投。

3 片石抛出水面0.5 m后,应在顶面铺一层较小石块,用重型振动压路机反复碾压。

7.1.5 填筑排水砂垫层应符合下列规定:

1 砂料应采用中、粗、砾砂,其中细粒土含量不得大于5%,并不得含有草根、树根、垃圾等杂物;

2 应适当洒水压实,压实标准达到中密;

3 砂垫层铺设宽度及厚度应符合设计要求。

7.1.6 铺设土工合成材料加筋垫层应符合下列规定:

1 土工合成材料的品种、规格和性能应符合设计要求。

2 砂料应采用含泥量不大于5%的中、粗砂,砂中不得含有

尖石、树根等杂物。

3 铺土工织物和土工格栅应使其长幅沿线路横断面方向铺设；其受力方向的接头强度不应低于整幅强度；土工织物各横幅之间采用搭接，搭接宽度不应小于 0.3~0.5m，土工格栅可不搭接，但应密排放置、联结牢固。

4 铺设多层土工合成材料时，应使上、下层接头互相错开，错开距离不应小于0.5m。

5 铺土工合成材料前应先整平、压实底层，铺设时应理伸、拉直、绷紧，不得有褶皱和破损。做好锚头后及时上砂覆盖，不得在其上走行驶车辆和其他机械。

6 在加筋垫层上填第一层土时，应先填两边、后填中间，避免挤动面砂，使土工合成材料松弛；压实时应先用轻型压路机碾压 3~4 遍后改用重型压路机碾压至合格。

7.1.7 套管法施工砂井应符合下列规定：

1 可采用振动法或锤击法打设。套管下端应采取措施防止稀泥进入，并能使砂料顺畅排出。

2 砂料应采用含泥量不大于3%的中、粗、砾砂。

3 砂井应按设计位置、井径、深度和数量施工。井位允许偏差为±15cm，井径和深度不应小于设计尺寸，垂直度偏差不应大于1.5%。

4 宜顺线路方向分段逐排打设，每段长度不宜大于100m。

5 灌砂率不应小于 90%，可按下式计算：

$$\gamma = \frac{m_{sd}}{0.78d^2 L \rho_d} \times 100 \quad (7.1.7)$$

式中 γ ——灌砂率（%）；

m_{sd} ——实际灌入砂的干质量（kg）；

d ——井孔直径（m）；

L ——井孔深度（m）；

ρ_d ——相对密度中密时，砂的干密度（kg/m³）。

6 严格控制砂斗装砂量。拔管后必须检查灌砂量是否达到

要求，并据以分析灌砂施工质量，如有问题及时处理。

7 拔管速度不可太快，防止带破井口。拔管后井内缺砂时，应立即补砂捣实。

7.1.8 袋装砂井施工应符合下列规定：

1 砂袋的材料性能应符合现行《铁路路基土工合成材料应用技术规范》(TB10118)的规定和设计要求。砂袋头应露出地面不小于0.5m；砂袋在井孔中弯曲、沉缩的增长量，可按井深的2%预留。

2 砂料应用含泥量不大于3%的中、粗砂，湿砂应风干或烘干至松散状态，砂袋灌砂率不应小于95%，按式(7.1.7)计算。

3 套管上端砂袋入口处应设滚轮，避免磨破砂袋。

4 当地面软弱时宜先铺设0.3m厚的砂垫层。

5 宜顺线路方向分段逐排打设，分段长度不宜大于100m。

6 必须按照设计位置、井深和井数施工，井位允许偏差为 $\pm 15\text{ cm}$ ，井深不应小于设计值，垂直度偏差不应大于1.5%。

7 装入砂袋时必须防止砂袋扭结、磨损、断裂。

8 施工中应经常检查套管下端活门的密封情况，避免管内进泥造成拔管跟袋；当跟袋长度大于0.5m时应重新补打。

9 拔管后孔口稀泥应及时清除干净，避免污染砂垫层。

10 砂井施打后一周内应经常检查袋中砂的沉缩情况，及时进行补砂。

7.1.9 塑料排水板施工应符合下列规定：

1 打设塑料排水板不得采用锤击法或水冲法施工。板头应露出地面不小于0.5m。

2 排水板的技术指标应符合设计要求，材料进场堆放应置于干燥通风处，并加遮盖。

3 当地面软弱时宜先铺设0.3m厚的砂垫层。

4 打设塑料排水板宜顺线路方向分段逐排进行，分段长度不宜大于100m。

5 应严格按照设计位置、深度和孔数施工，板位允许偏差

为 $\pm 15\text{ cm}$ ，深度不应小于设计值，垂直度偏差不应大于1.5%。

6 打设时排水板不应扭曲，滤膜不应破损和污染。

7 排水板接长时应拆开滤膜对准芯板槽口、再包好滤膜，用钉固定，搭接长度不应小于0.2m；严禁浮放搭接。

8 排水板应锚定在孔底，防止跟袋；当跟袋长度大于0.5m时应重新补打。

7.1.10 挤密砂桩施工应符合下列规定：

1 砂料应采用含泥量不大于3%的中、粗砂。

2 挤密砂桩可采用单管法或双管法施工。施工前至少应做两根试桩。制桩工艺应能保证桩体连续、挤密均匀、桩径不小于设计尺寸、桩体密实程度达紧密状态 ($N_{63.5} \geq 10$)。

3 应严格按照设计桩位、桩长、桩数施工，桩位偏差不应大于桩径之半，桩长允许偏差为 -10 cm ，垂直度偏差不应大于1.5%。

4 施工顺序应从两侧开始，逐渐向中间推进，或由外向内环绕打设。

5 砂桩打完后必须检验合格才可填筑排水砂垫层。

7.1.11 碎石桩施工应符合下列规定：

1 桩体和桩顶排水垫层填料可采用碎石、卵石、砾石、矿渣和碎砖等渗水性材料，粒径不宜大于80mm，一般为5~50mm，含泥量不得大于5%，并不得含有土块和泥质岩石；

2 采用套管法（单管或双管）施工应符合本章第7.1.10条第2~4款的要求；

3 施工前应先做2~3根试桩，通过试验确定制桩工艺；

4 制桩应分段投料振密，分段长度一般为0.8~1.0m；

5 碎石桩全部制完经检验合格后方可铺设碎石垫层，并用重型振动压路机压实。

7.1.12 粉体喷射搅拌桩施工应符合下列规定：

1 粉体加固料的种类和规格应符合设计要求，并应具有质量合格证；不得使用受潮结块、变质的加固料。

2 应根据地基的加固深度选择合适的钻机、粉体发送器及配套设备；无粉体计量装置的粉喷机不得使用。

3 施工前应先做工艺性试桩至少两根，通过试验确定制桩工艺和参数，应使桩体连续、均匀、强度满足设计要求。

4 必须按照设计的桩位、桩长、桩数、喷粉量、复搅长度及试桩确定的参数施工，桩位允许偏差为 $\pm 10\text{ cm}$ ，桩长不应小于设计值，垂直度偏差不应大于1.0%，喷粉量偏差不应大于室内配方值的8%，桩体强度不应低于设计值。

5 粉喷桩施工应一次喷搅成桩。当中途停喷，续喷时应重复喷搅至少1.0 m。

6 成桩后7 d内应采用轻型动力触探（ N_{10} ）检查桩的质量，28 d后取试件做无侧限抗压强度试验。

7.1.13 浆体喷射搅拌桩施工应符合下列规定：

1 采用的固化剂和外加剂的品种、规格及性能应符合设计要求。

2 施工前应现场取样做室内配方试验，按照设计要求，通过试验确定固化剂最佳用量、水灰比和外加剂用量，要求拌和的灰土早期强度高、龄期强度满足设计要求，并了解强度增长和龄期的关系。配制的灰浆应流动性好、不离析、便于泵送、喷搅。

3 开工前应按照室内配方先做试桩至少两根。

4 必须按照设计的桩位、桩径、桩长和桩数施工。桩位允许偏差为 $\pm 10\text{ cm}$ ，桩径允许偏差为 $\pm 2\text{ cm}$ ，桩长不应小于设计值，垂直度偏差不应大于1.5%。

5 灰浆应搅拌均匀、加筛过滤，现制现用，不得停放过久。搅拌机必须配有浆体流量计，施工中应严格控制灰浆用量。

6 搅拌桩施工应严格按照试桩确定的工艺操作。喷浆搅拌不得中断；当因故中断后恢复喷搅时应重复喷搅不小于0.5 m。

7 成桩后7 d内应采用轻型动力触探（ N_{10} ）检查桩的质量，并按设计要求取试件做无侧限抗压强度试验。

8 搅拌桩制成后，应按设计要求填筑路堤。

7.1.14 高压旋喷桩施工应符合下列规定：

1 应根据地质情况和设计桩径选择适宜的施工方法，并配备相应的机具。

2 施工前应根据桩体设计强度和旋喷参数，从现场取各层土样在室内做不同含水量和配合比的强度试验，优选出最佳浆液配方；并在现场做试桩 2~3 根，查明桩径、强度，修正室内配方，确定旋喷工艺和参数。

3 应严格按照设计桩位、桩径、桩长和桩数施工，桩位允许偏差为 $\pm 5\text{ cm}$ ，桩径和桩长不小于设计值，垂直度偏差不大于 1.5%。

4 水泥浆应按照室内配方配制，不得随意改变，并需严格过滤；旋喷过程中应防止水泥浆沉淀，宜随制随用。

5 旋喷桩施工应先用射水、锤击、振动等方法成孔或另用钻机成孔，然后将旋喷管插至孔底，自下而上进行旋喷。

6 钻杆应匀速旋转、提升，确保桩体连续、均匀；当拆卸钻杆或因故停喷后续喷时，应重复旋喷不小于 0.1 m。

7 旋喷过程中出现压力骤然下降、上升、孔口冒浆量超过 20% 或完全不冒浆时，应查明原因及时处理。

8 旋喷作业完成后，桩顶凹穴应及时用水泥浆补平。

9 桩体质量检验应在成桩 28 d 后进行，检验方法可采用开挖、钻孔取芯、标准贯入、荷载试验等方法。

7.2 膨胀土(岩)路基

7.2.1 膨胀土（岩）路基施工应符合下列规定：

1 膨胀土（岩）路基宜避免雨季施工；应集中力量、分段完成。

2 必须及时做好天沟、侧沟、吊沟和排水沟的铺砌，并应随挖随砌，严防渗漏。铺砌挡土墙、护墙下的侧沟时，必须夯实墙前基坑回填土。

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，防止流入和渗入施工场地冲刷边坡、软化岩土。

7.2.2 膨胀土（岩）路堤施工除应符合本规范第4章的要求外，尚应符合下列规定：

1 路堤不得使用强膨胀土（岩）填筑；基床表层应用合格的填料填筑。

2 基床以下填土的压实系数 K_h 不得小于 0.89。填土应采用重型压路机分层压实，分层厚度不宜大于 30 cm。填料含水量必须控制在最优含水量 $\pm 2\%$ 以内；土块应击碎至 15 cm 以下。

3 压实密度控制宜分别采用灌砂法、核子密度湿度仪或 K_{30} 荷载板检测。

4 膨胀土（岩）路堤的施工预留沉降量，按本规范 4.6.2 条的规定，膨胀土可酌情增加，膨胀岩可酌情减少。

5 路堤边坡上不得堆置弃土。

6 铺土工网或土工格栅加强边坡应符合下列要求：

- 1) 土工网、土工格栅的品种、规格及性能应符合设计要求。
- 2) 铺设前填层表面应碾压平整，不得有凸出石块和尖锐杂物。
- 3) 土工网应按设计要求整幅铺设，上、下层接头应互相错开不小于 1 m。土工格栅的受力方向应沿线路横向铺设，密排放置。
- 4) 铺网时应调直、拉紧，两端用钢钎或木桩固定，不得有褶皱、扭曲。
- 5) 土工网、土工格栅铺好后应及时填土覆盖；严禁施工机械直接在其上行走、碾压。

7.2.3 膨胀土（岩）路堑施工除应符合本规范第 5.2 节的要求外，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。对黏性较大、含水量较高的膨胀土（岩），应适当晾干后再行开挖。

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，采取措施减少震动。

5 设有支挡结构的边坡应紧跟开挖砌筑；当不能紧跟开挖砌筑时，应暂留厚度不小于0.5 m的保护层。

6 路堑基床换填深度应符合设计要求。换填应采用合格的填料；当填料困难时，可作土质改良或采取其他加固措施。基床换土开挖后应立即回填压实。

7 基床改良土施工应符合本规范第4.7节的要求：

8 铺土工织物、土工膜加固基床应符合下列要求：

1) 土工织物、土工膜的品种、规格、性能应符合设计要求；包装、储存应防止材料老化变质。

2) 路基面和砂垫层中不应有石块、杂物。

3) 铺设土工织物、土工膜应平整无褶皱。接头处应使高端压在低端上，搭接宽度不应小于0.3 m，缝接、粘接或焊接强度不应低于整幅强度。

4) 铺设后应及时铺砂覆盖，并夯拍密实。

7.2.4 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做引排处理。

7.3 黄土路基

7.3.1 黄土路基施工应符合下列规定：

1 黄土路基宜在旱季施工。当雨季施工时，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，路堤、路堑边坡脚不得受水浸泡、冲刷。

地质不良、地基处理和重点土方工点应避免雨季施工。

2 各工点施工前应先做地面排水和防洪设施。各种水沟铺砌必须保证质量,严防渗漏。

3 应严格管理施工、生活用水,妥善处理附近工、农业用水,防止流入、渗入施工场地软化土体、冲刷边坡。

4 降雨量大的地区应及早做好边坡防护和冲刷防护。

7.3.2 黄土路堤施工除应符合本规范第4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才可填筑路堤。

2 路堤基床应采用 Q_4 、 Q_3 黄土填筑;在平均年降水量大于500 mm地区,不得采用液限大于32%、塑性指数大于12的 Q_2 、 Q_1 黄土填筑。基床以下可采用各种黄土填筑;但用 Q_2 、 Q_1 黄土作填料,当其黏土颗粒含量大于30%时,宜填于路堤内部。

3 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皆应整平压实至干重度不小于 15 kN/m^3 ,不得积水。

4 黄土路堤的压实度除应符合现行《铁路路基设计规范》(TB10001)的规定外,尚应满足干重度不小于 15.5 kN/m^3 的要求。

5 填筑黄土路堤应采用重型压路机快填、快压;填料含水量应严格控制在规定范围内,并宜接近最优含水量。

6 路堤施工预留沉降量可按路堤高度的1%~1.5%设置。

7 浸水法处理地基施工应符合下列要求:

1) 采用浸水法处理湿陷性黄土地基应及早安排施工。处理面积较大时应分段施工,每段长度不宜大于50 m。

2) 浸水坑与既有建筑物之间的安全距离,一般不宜小于湿陷性黄土层厚度的3倍。

3) 浸水过程中应防止裂隙、陷穴渗漏,如有“跑水”现象应及时查明处理。

4) 浸水时间可以最后5 d坑底平均下沉量不大于1.0 mm时

为止。

- 5) 浸水后应待土体强度恢复至设计要求，并对地基表层加固处理后方可填筑路堤。

8 地基表层重锤夯实施工应符合下列要求：

- 1) 施工前应按设计处理深度、压实密度和夯击参数，通过现场试夯检定夯击参数和确定夯实工艺。
- 2) 夯实时应使地基土的含水量接近最优含水量。当地基土的含水量低于最优含水量2%时，应洒水浸湿一昼夜后再行夯击；含水量过大时，可采用晾干、铺吸水料（如干土、生石灰）等措施进行处理。
- 3) 夯点距既有建筑物的距离不应小于15m，否则应采取防震措施。
- 4) 重夯施工必须按照试夯确定的参数和工艺操作，夯位要准，落锤要平稳，每遍的夯迹不相重叠，前后两遍的夯迹应互相错开一半。
- 5) 各遍夯完后应整平夯坑，用压路机将浮土压实。

9 强夯法处理地基施工应符合下列要求：

- 1) 吊车宜采用履带式起重机；夯锤底面必须设置一定数量的竖向气孔；脱钩器应与夯锤配套。
- 2) 施工前应按设计的高程整平场地，并做好防震设施。
- 3) 应设置必要的土质检测点和孔隙水压监测点。
- 4) 应按设计的强夯参数先在现场进行试夯，确定强夯工艺和检定参数。
- 5) 必须按照设计的遍数、点数、点位和试夯确定的工艺进行施工，点位允许偏差为 $\pm D/10$ （ D 为夯锤直径或边长）。
- 6) 每遍夯完后排干夯坑积水，填平夯坑，待孔隙水压消散后再夯下一遍。
- 7) 各遍夯完后填平夯坑，再用落高3~5m满夯一遍。
- 8) 夯完待孔隙水压消散后可采用静力触探或标准贯入试

验 ($N_{63.5}$) 检验地基加固效果。

7.3.3 黄土路堑施工除应符合本规范第5.2节的要求外,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重度不小于 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 当路堑基床为液限大于32%、塑性指数大于12的 Q_2 、 Q_1 黄土和古土壤时,基床表层应换填 Q_4 、 Q_3 黄土或采取土质改良等措施。

5 基床土质改良可按本规范第4.7节的要求施工。

7.3.4 黄土陷穴处理施工应符合下列规定:

1 对浅的陷穴应按实际情况跟踪明挖,用黄土回填、分层夯实。

2 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。

3 对洞径不大、洞身曲折、离路基较远的陷穴,可取黏土、水泥(约为土重的10%~15%)加水拌和成泥浆,用泥浆泵多次灌注充填。

4 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,厚0.5 m。

7.4 盐渍土路基

7.4.1 用盐渍土填筑路堤应符合下列规定:

1 不应使用含盐量超过设计允许值的填料。取土坑表层含盐量超过允许值时,应予铲除并堆于坑外侧。

2 对填料含盐量应加强施工控制的测试频次（对取土坑、场）；填筑基床表层每取 500 m^3 、基床表层以下每取 1000 m^3 填料应至少作一组测试，每组取3个土样，取土不足上列数量时，亦应做一组试件。

3 填筑盐渍土的含水量不应大于最优含水量。雨天不得取土填筑。

4 路堤预留沉降量应按本规范第4.6.1条和第4.6.2条办理。

7.4.2 盐渍土地基应于施工时复测其含盐量，当含盐量大于设计允许值时，应及时向设计单位反馈。

7.4.3 毛细水土工合成材料隔断层施工应符合下列规定：

1 土工合成材料的品种、规格和技术性能应满足设计要求。

2 土工合成材料应铺设在砂垫层上，并自路基中线向两侧作4%的横坡。砂垫层中不得有尖锐杂物及碎石。

3 铺设土工合成材料应拉直理平，不得有褶皱。

4 土工合成材料的连接宜采用粘接或焊接，接头宽度不得小于 0.1 m ，接头强度应满足设计要求，并应保证不渗漏。

5 土工合成材料铺好后应及时填土覆盖。第一层填土应采用人工铺土，厚度不得小于 0.3 m ，土中不得夹有带棱角的石块，严禁用羊足碾碾压。

7.4.4 盐渍土路基的坡面防护，应配合开挖及时填筑，防止表层松胀、剥蚀。

7.4.5 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做压实处理；当地表为蜂窝状结构时，应打碎后再行压实。

4 路堤填石膏土时，应先破碎其蜂窝状结构；压实后土的干重度不应小于 16.4 kN/m^3 。

7.5 冻土路基

7.5.1 多年冻土路基施工应符合下列规定：

- 1 施工安排应有利于保持地温，保护冻土环境。
- 2 应保护地表覆盖层和植被。
- 3 取土、修筑便道均应离开路堤坡脚或堑顶不少于20 m。

地面坡度陡于 10° 时，不得在路堤下侧取土。

4 及时作好排水设施，防止地表水流入或渗入路基基底和边坡。

- 5 各项工程应在寒季配套完成。

7.5.2 保温护道的填料、材料应分别堆置。护道与路堤填料相同时应合并填筑。

7.5.3 富冰冻土、饱冰冻土或含土冰层地段路堤施工应符合下列规定：

1 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。

2 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。

- 3 填筑路堤时，应设置观测点，定期观测路基面的沉降。

7.5.4 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。

7.5.5 在冰丘、冰椎地段，应防止地下水出露形成新的冰丘、冰椎，危害路基。

7.5.6 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，应符合本规范第4.8节的要求。

7.6 振动液化土路基

7.6.1 采用可液化土填筑路堤时，应用重型振动压路机将路基

面以下2.5m范围内的土压实到振稳密度。

7.6.2 可液化土地基和路堑基床采用换填、挤密桩、碎石桩和强夯法加固处理时，施工应分别符合第7.1.3条、第7.1.10条、第7.1.11条、第7.3.2条的规定。

7.6.3 填筑可液化土路堤，当填料为粉砂时，应将压实含水量严格控制在最优含水量 $+1\% \sim -2\%$ 范围内，并应有防止液化和增强水稳性等措施；当填料为细砂时，应保持适当的含水量。

7.6.4 可液化土路基施工，必须及时做好防护工程。

7.7 浸水、水库路基

7.7.1 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。滨海路堤可采用围堰拦潮或利用潮汐间歇期施工。水库路堤宜在水库蓄水前或低水位时期施工。

7.7.2 浸水、水库路堤施工，应符合本规范第4.2节、第4.3节的有关规定；填料复查试验应符合本规范第4.10.1条的规定。

用细粒土填筑水库路堤时，基床以下的压实系数 K_k 不应小于0.89。

7.7.3 浸水、水库路堤当无防止振动液化和增强水稳性等措施时不得采用细砂、粉砂填筑。

7.7.4 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。

7.7.5 当路堤地基软弱时，应按照设计和第7.1节的有关规定施工。

7.7.6 浸水、水库路堤的预留沉降量，宜取本规范第4.6.2条规定的较大值。

7.7.7 浸水、水库路堤和水库岸坡的各种防护，应按本规范第6章的有关规定施工。

7.8 滑坡地段路基

7.8.1 滑坡地段路基宜在旱季集中力量快速施工；并应及时采取防止滑坡继续恶化的措施。

7.8.2 在滑坡地段施工应设观测点，随时观测滑体动态、分析情况，采取安全措施。观测应进行至完工后一个雨季；观测资料应附入竣工文件。

7.8.3 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，防止流入滑坡体内。

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；发生变形后应立即调整。

7.8.4 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%；采用无砂混凝土或土工合成材料做反滤层时，应按设计要求敷设。填土掩埋前应经检查签证。

构筑地下排水设施，应采用支撑开挖和抽水设备。

7.8.5 渗水、泄水隧洞施工应符合现行《铁路隧道施工规范》(TB10204)的有关规定，并符合下列要求：

1 应按照短开挖、弱爆破、强支撑、快衬砌的原则安排施工。

2 施工中应严密监视顶、洞壁和支撑；发现新的裂纹或异状时，应加强临时支护，保持排水畅通，同时加快挡土结构或其他整治设施的施工，待滑坡稳定后再进行衬砌。

7.8.6 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 垂直钻孔排水：各孔必须钻至设计要求的地层和深度。

装、拔套管和安放过滤集水设施时，应防止坍孔和堵塞，保证安放到位。钻完的孔口应予加固，使之略高于地面，并加盖封闭。施工中应检测试验钻孔内各层水位的变化，并作出记录。

2 仰斜钻孔排水：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，确保钻孔顺直地达到设计要求的集水区。

利用垂直钻机改装施钻仰斜孔时，应采取跟有套管的钻进方法。每次进度不应大于2m，钻头超出套管的长度不应大于3.5m。

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。

7.8.7 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。

7.8.8 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。

7.8.9 在滑坡体上开挖路堑和修筑抗滑支挡结构，应符合本规范第5章和第8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 抗滑挡土墙基础应设置在底层滑动面以下，基底高程应经设计单位确认。

3 抗滑桩、锚索施工应从两端开始逐步向滑坡主轴方向进

行。

4 采用抗滑桩与抗滑挡土墙共同支挡时，应先做抗滑桩、后做挡土墙。

5 临时支护、锚固设施宜与永久性支挡结合，一般不宜拆除。

7.8.10 采用明洞支挡滑坡时，应按现行《铁路隧道施工规范》(TB 10204)的有关规定施工，并符合下列要求：

- 1** 应采取分段跳槽法施工，严禁全部或大段挖开施工；
- 2** 内、外边墙基础必须设置在底层滑动面以下；
- 3** 及时进行洞顶填土。

7.8.11 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。

7.9 崩塌、落石与岩堆地段路基

7.9.1 在崩塌、落石、错落、岩堆地段开挖路堑或清除崩塌体时，应严密检查，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，并从上到下进行。

当崩塌、错落情况严重，清刷危险或隐患难除时，应通过变更设计采取其他整治措施。

7.9.2 崩塌地段刷坡时，应明确清刷范围，并做出明显标志。

7.9.3 在范围较大且有地下水的错落地段，应按本章第 7.8 节的有关规定施工。

7.9.4 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。

7.9.5 坡面防护、支挡和加固工程施工，应分别符合本规范第6章和第8章的有关规定。明洞、棚洞应按现行《铁路隧道施工规范》(TB10204)的有关规定施工。

7.10 岩溶、洞穴地段路基

7.10.1 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。

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。

7.10.2 对稳定有影响的溶洞，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。

7.10.3 路堑内出现干而小的溶洞时，可按下列方法处理：

1 路基面上的溶洞，应用片石或碎石填实，上口用浆砌片石、混凝土或钢筋混凝土封闭。施工时应先铲除洞壁表面溶蚀部分，洞壁仰斜部分应凿成台阶；洞口封闭厚度应使砌体能够承重，并不得小于0.5m，顶部应与路基面齐平，并搭盖洞口四周不小于0.2m。

2 边坡上及坡顶附近的溶洞，洞内充填物不深时，应予全部清除，用片石回填密实，充填物较深时，应将表层松软部分清除，用片石回填密实；洞口应用厚度约0.5m的浆砌片石或黏土封闭。

7.10.4 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。

7.10.5 处理煤窑、墓穴、地窖、枯井、掏砂井和地下渠道等人工洞穴施工，应符合下列规定：

1 应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 回填应分层夯实和塞紧。灌浆应做记录和检查。
- 3 煤矿采空区的路基，应按设计要求预留沉降量和加宽路基面。
- 4 不得任意引排地下水。

7.11 风沙路基

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

7.11.2 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。

7.11.3 风沙地区路基施工应符合下列规定：

- 1 填筑路堤应随供土、随摊铺、随压实；每次施工的未完部分，应结合气象、风沙流情况做必要的临时防护。
- 2 填层中部宜振动压实，边部宜静碾压实。
- 3 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。
- 4 路肩和边坡的防护层，应随同路基的填筑、开挖一次做成。
- 5 路面和积沙平台未做防护前不得堆置料具。
- 6 采用黏土做防护层时，其塑性指数应符合设计要求。
- 7 固沙、阻沙设施应随路基主体工程及时配套完成。

7.11.4 当采用土工网格、土工网垫植物防护边坡时，应按下列规定施工：

- 1 在边坡上铺设土工网格、土工网垫，应将上、下两端埋入坡顶和坡脚的沙中，埋入深度不应小于0.5m，并应夯实回填土；
- 2 铺设土工网格、土工网垫应密贴坡面、铺设平顺并用钉固定；
- 3 土工网格、土工网垫的搭接宽度不应小于设计值，接头

处用钉固定。

7.11.5 方格沙障施工应符合下列规定：

- 1 应使沙障稳固、牢实。
- 2 在迎风侧应先设主带（垂直主风向），后设副带（平行主风向）；在背风侧应先设副带，后设主带；均应先远后近、自上而下施工。
- 3 在新月形沙丘，应从迎风坡脚开始设置。

7.11.6 防沙栅栏应按设计布置，埋设稳固。

7.11.7 植物固沙、防沙应选用当地易于生长的草种、树种。种草宜在适合生长季节的雨后播种。

7.12 雪害路基

7.12.1 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。

7.12.2 栅栏、沟、堤等防雪设施，应构筑稳固、体形整齐，并在雪害季节前配套完成。

7.12.3 雪害严重地段采用明洞、棚洞防治时，应按现行《铁路隧道施工规范》(TB 10204)的有关规定施工。

7.12.4 在可能发生雪崩地段施工时，应预作防备，并对雪体严密监视，保证施工安全。

8 支挡结构

8.1 一般规定

8.1.1 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。

8.1.2 浆砌片石砌体必须用坚硬、不易风化的片石，采用挤浆法砌筑；严禁使用灌浆法施工。

8.1.3 支挡结构施工前，应在上方作好截、排水及防渗设施；雨季施工宜搭设雨棚。

8.1.4 明挖基坑应符合下列规定：

- 1 应核对地质情况；当与设计不符时应及时反馈。
- 2 坑内积水应随时排干。
- 3 墙基位于斜坡时，墙趾埋入深度和距地面水平距离均应符合设计要求。
- 4 采用倾斜基底时，应准确挖、凿，不得填补。
- 5 基坑开挖至设计高程后，应立即进行基底承载力检查；当承载力不足时，应按规定变更设计。

8.1.5 挡土墙施工应随开挖、随下基、随砌筑墙身，保证排水设施的施工质量，及时回填基坑和墙背。

8.1.6 挡土墙端部伸入路堤或嵌入地层部分应与墙体结合砌筑。路堑挡土墙顶应找平抹面或勾缝，其与边坡间的空隙应用黏土夯填封闭。

8.1.7 挡土墙与桥台、隧道洞门连接应协调配合施工，必要时应加临时支撑，确保与墙相接的填方或山体的稳定。

8.1.8 支挡结构背后填土的填料及填筑、压实应符合设计要求及本规范第4章的有关规定。

8.1.9 泄水孔、反滤层、排水层、隔水层、沉降缝和伸缩缝必须按照设计要求设置。

8.1.10 支挡结构施工允许偏差应符合表8.1.10的规定。

表 8.1.10 挡土墙施工允许偏差

部 位	项 目		允 许 偏 差 (mm)	
			浆砌片石	混凝土 (或钢筋混凝土)
基 础	前边缘距路基中线		+50 -10	+20 -10
	宽度 (前缘至后缘)		± 50	± 20
	顶面高程 (水平基底)		± 50	± 20
墙 身	前边缘距路基中线		+50 0	+20 0
	厚度 (前缘至后缘)		+200 0	± 20
	顶面高程		± 20	± 20
	垂直度	$h \leq 5\text{m}$	20	10
		$h > 5\text{m}$	30	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 -3
			高	+3 -3
			厚	+4 -2
	侧向 弯曲	柱		L/750
		板、块体		L/1000
	上表面平整		5	

注: h ——柱、墙高度; L ——构件长度 (mm)。

8.2 重力式挡土墙

8.2.1 砌筑基础应符合下列规定:

- 1 砌筑前, 应将基底表面风化、松软土石清除;

- 2 坚石基坑中的基础，宜满坑砌筑；
 - 3 雨季在土质或易风化软石基坑中砌筑基础时，应在基坑挖好后及时封闭坑底；
 - 4 采用台阶式基础时，台阶与墙体应连在一起同时砌筑，台阶转折处不得砌成竖向通缝；
 - 5 基坑应跟随砌筑分层回填夯实。
- 8.2.2 砌筑墙身应符合下列规定：
- 1 墙身砌出地面后基坑应即回填夯实，并及时完成其顶面排水、防渗设施；
 - 2 伸缩缝与沉降缝内两侧壁应竖直、平齐无搭叠；缝中防水材料应按设计深度填塞紧密；
 - 3 泄水孔应在砌筑墙身时留置，必须排水畅通，并应保证墙背反滤、防渗设施的施工质量。
- 8.2.3 挡土墙栏杆、检查梯或台阶应连接牢固，外观整齐；钢铁构件应及时涂防锈漆。

8.3 短卸荷板式挡土墙

- 8.3.1 短卸荷板或挡土墙施工应符合本章第8.2节的规定。
- 8.3.2 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5~40mm的级配砂卵石随填土、随填筑。
- 8.3.3 卸荷板制作宜采用就地灌注。当采用预制时，应在板上预留设置板下竖直短钢筋的钻眼通孔；灌注混凝土后，必须达到设计强度的80%方可吊运安装。
- 8.3.4 墙背填土至卸荷板底面后，必须整平至与下墙顶面齐平，不得过高或过低；安装卸荷板时，应在板底先铺一层0.02m厚的M7.5水泥砂浆，精确整平后方可安装卸荷板。
- 8.3.5 卸荷板式挡土墙的施工允许偏差应符合下列规定：
- 基坑底高程为 ± 50 mm；基底斜面坡率为 $\pm 1\%$ ；墙身厚度为 $^{+20}_0$ mm；墙前边沿线偏移为 $^{+30}_0$ mm；板底高程为 ± 20 mm；其余与表8.1.10相同。

8.4 悬臂式和扶壁式挡土墙

8.4.1 凸榫必须按照设计尺寸开挖，并与墙底板一同灌注混凝土。

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

8.4.3 每段墙的底板、面板和肋的钢筋应一次绑扎，宜一次完成混凝土灌注；灌注混凝土应按现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210)的有关规定施工。

8.4.4 灌注混凝土后，应按规定进行养护；墙体必须达到设计强度的70%以后才可进行墙背填土，并应按设计要求的填料和密度分层填筑、压实；墙背反滤层应跟随填土施工。

8.5 锚杆挡土墙

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

8.5.2 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。

8.5.3 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 $\pm 50\text{ mm}$ ，深度允许偏差为 $\pm 50\text{ mm}$ ；
- 3 钻孔后应用高压气吹净孔内粉尘、石渣。

8.5.4 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，必须按设计作防锈处理；
- 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配制，随拌随用；

5 宜先插入锚杆然后灌浆，灌浆应采用孔底注浆法，灌浆管应插至距孔底 $0.05 \sim 0.1\text{m}$ 处，并随水泥砂浆的注入逐渐拔出，灌浆压强一般为 0.2MPa ；

6 砂浆锚杆安装后，不得敲击、摇动；普通砂浆锚杆在 3d 内，早强砂浆锚杆在 12h 内，不得在杆体上悬挂重物；必须待砂浆达到设计强度的 70% 后才能安装肋柱、墙板。

8.5.5 安装墙板时，应随装板、随作墙背回填。

8.5.6 锚杆头应按设计进行防锈处理和防水封闭。

8.6 锚定板挡土墙

8.6.1 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，必须按设计要求进行防锈处理。

8.6.2 锚定板挡土墙挖基应符合本章第 8.1.4 条的规定。

8.6.3 墙背填料及压实要求应符合设计和本规范第 4 章的规定。

8.6.4 吊装肋柱时，应在基础的柱座槽内铺沥青砂浆，厚 0.02m 。肋柱应适当向填土一侧倾斜，不得前倾。

8.6.5 拉杆及锚定板埋设时，应填土压实至拉杆高程以上 0.2m 后再挖槽就位；挖槽时，宜使锚定板比设计位置抬高 $0.03 \sim 0.05\text{m}$ ；严禁直接碾压拉杆和锚定板。锚定板前方超挖部分应用 C10 混凝土或灰土回填夯实。

8.6.6 肋柱、锚定板上的锚头及螺丝杆应按设计要求作防锈处理和防水封闭。

8.6.7 分级平台应按设计进行封闭，并设 2% 的外倾排水坡。

8.7 加筋土挡土墙

8.7.1 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、精度及土工合成材料拉筋的品种、性能均应符合设计要求，使用前必须抽样检查试验。

8.7.2 安装直立式墙面板应按不同填料和拉筋预设仰斜坡，墙

面不得前倾，一般为 $1:0.02 \sim 1:0.05$ 。

8.7.3 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。钢材外露部分应作防锈处理。连续敷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。

8.7.4 墙背填料宜采用粗粒土。墙背填土必须满足设计压实度的要求。

8.7.5 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。

8.7.6 填土分层厚度及碾压遍数，应根据拉筋间距、碾压机具和密实度要求，通过试验确定。严禁使用羊足碾碾压。

靠近墙面板 1m 范围内，应使用小型机具夯实或人工夯实，不得使用重型压实机械压实。

8.7.7 反滤层及排水层必须按设计要求设置；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。

8.7.8 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技术规范》(TB10118) 的有关规定。

8.8 土 钉 墙

8.8.1 土钉钢筋的品种、规格、性能应符合设计要求；下料后应做调直、除污处理，并焊接定位支架。

8.8.2 施工前应按设计要求做土钉拉拔试验。

8.8.3 土钉墙施工必须从上至下分层开挖、分层锚固、分层护面。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 $0.5 \sim 2\text{m}$ ，岩层一般为 $1 \sim 4\text{m}$ 。

8.8.4 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。

8.8.5 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，防止坍孔、缩孔。
- 8.8.6** 水泥砂浆应按设计要求配制；砂料应采用级配中、粗砂，含泥量不得大于3%。
- 8.8.7** 灌浆宜采用压力灌浆，灌浆压力一般为0.2 MPa。灌浆前，应把灌浆管插至钉孔底部，随着浆液的灌进，慢慢拔出灌浆管，必须保证砂浆均匀地填满钢筋与孔壁间的空隙；当灌浆管拔至孔口时应减压至零避免喷浆，并应防止浆液不足气入钉孔。
- 8.8.8** 土钉孔灌浆后应至少养护7d；养护期间，严禁敲击钢筋。
- 8.8.9** 施喷混凝土墙面前，应按设计挂好钢筋网，并预留伸缩缝和泄水孔；钢筋网、网与土钉头的连接宜采用焊接。
- 8.8.10** 墙面喷射混凝土应符合本规范6.2.3条的规定。

8.9 抗 滑 桩

- 8.9.1** 抗滑桩应按工点设计图施工。开挖中应核对滑面情况，当其实际位置与设计出入较大时，应通过变更设计处理。
- 8.9.2** 抗滑桩开挖前应作好下列工作：
- 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；孔口地面上加筑适当高度的围堰。
 - 2 备好各项工序的机具、器材和井下排水、通风、照明设施，落实人员调配、施工组织计划工作。
 - 3 设置对滑坡变形、移动的观测。制定井下作业和撤出人员的安全防护技术措施。
- 8.9.3** 开挖及支护应符合下列规定：
- 1 应分节开挖，每节高度宜为0.6~2.0m，挖一节立即支护一节。围岩较松软、破碎或有水时，分节不宜过长。不得在土石层变化处和滑动面处分节。

2 挖孔时应按设计灌注混凝土护壁。护壁混凝土应紧贴围岩灌注，灌注前应清除孔壁上的松动石块、浮土。

在滑动面处的护壁应予加强。在承受推力较大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终凝后进行；护壁混凝土模板的支撑可于灌注后 24 h 拆除。

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《铁路桥涵施工规范》(TB10203)及《铁路隧道施工规范》(TB10204)的有关规定。爆破应采取减震措施。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间隔开挖，灌桩 1 d 后方可开挖邻桩。

8.9.4 灌注桩身混凝土应符合下列规定：

1 灌注前，应检查断面净空、凿毛混凝土护壁，进行设置钢筋的测量放样；

2 钢筋宜预制成笼，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 灌注必须连续进行；混凝土捣固及脱膜应符合现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210)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。

8.9.5 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。

8.10 桩板式挡土墙

8.10.1 桩板式挡土墙的锚固桩，应按本章第 8.9 节的规定施工；但在开挖路堑后，凡需打去护壁处的护壁表面不应凿毛，且

需涂刷脱模剂。

锚固桩加锚索（杆）时，应按本章第 8.11 节的有关规定施工。

8.10.2 挡土板宜预制；每块板应预留两个吊装孔，孔的直径可采用 5 cm，孔的位置应靠近板的两端约 1/4 板长处。

8.10.3 桩身混凝土应达到设计强度后方可安装挡土板，以及进行墙背填土或开挖桩前土体。滑坡地段，桩间土体应间隔开挖；并宜从上至下逐层开挖，随挖随安装挡土板。

8.10.4 挡土板安装时，应随安装、随填板后反滤层。

8.10.5 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，应待上一排锚索（杆）施工完成后，才可开挖下一层的桩前土体。

8.10.6 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）。

8.11 预应力锚索

8.11.1 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，并须具有出厂质量证书及标牌。使用前必须抽样检查，合格后才可使用。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 灌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和钻孔、灌浆、张拉机械设备及锚、夹具的选型，均应符合设计要求。

8.11.2 预应力锚索施工宜先造孔、装索、灌浆，再作承压板（或桩、梁），最后进行张拉、封孔。

8.11.3 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，必须采用干钻。钻孔必须按照设计的孔位、孔径、孔深、

方向及倾角施工，其允许偏差为：孔位 $\pm 10\text{ cm}$ 、孔深 $^{+20}_{-0}\text{ cm}$ ，方向及倾斜度偏差不应大于1.0%。

8.11.4 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。
- 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0.6~1.0m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。

8.11.5 锚索孔灌浆应符合下列规定：

- 1 放入锚索束后应及时灌浆；
- 2 锚索孔灌浆宜采用M35水泥砂浆，用孔底注浆法灌注，一次注满锚固段和自由段，要求以浆排水，不搅动浆液；
- 3 灌浆压力宜为0.6~0.8MPa，必须使浆液饱满、密实。

8.11.6 制做承压板（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。

8.11.7 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。张拉设备的标定间隔期不宜超过6个月，经拆卸检修的张拉设备或压力表经受强烈撞击，都必须重新标定；
- 2 孔内砂浆的强度未达到设计强度的70%时，不得进行张拉；
- 3 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，须查明原因处理后，才可继续张拉。

8.11.8 封孔应符合下列规定：

- 1 封孔灌浆应在锚索张拉、检测合格、锁定后进行。

2 封孔灌浆采用纯水泥浆时，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 封孔灌浆时，进浆管必须插到底，灌浆必须饱满。

4 封孔灌浆后，锚头部分应涂防腐剂，并按设计进行封闭。

8.11.9 预应力锚固性能试验和观测，应按设计要求进行。

9 机械施工

9.1 一般规定

9.1.1 机械开挖的土石，应根据岩土性质和施工难易程度，按本规范附录 C 进行分级。

9.1.2 路基土方施工机械，包括挖、装、运、压实、整平等工序的主机、辅机及其可换的工作装置等，应按工程需要配套装备使用。

选择施工机械应考虑路基工程特点、土石种类、土方数量、地形、挖填高度、运距、气候条件、工期等因素，经济合理地确定。

填土压实应配备专用压实机具；不得采用推土机和铲运机。

9.1.3 机械施工安排应使各机种间、工序间和工作区间互相衔接配合。

机械作业应根据工地地形、路基断面和土方调配等，经济合理地确定运行线路。土方集中工点应有全面、详细的运行作业图。

9.1.4 机械施工地段的土方调配应合理、准确。土料的压缩率或胀余率应通过试验测定，可按下式计算：

$$V_{S-HP} = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} \times 100 \quad (9.1.4)$$

式中 V_{S-HP} ——压缩率（正数时）或胀余率（负数时）（%）；

ρ ——压实土或弃土的密度（ kg/m^3 ）；

ρ_0 ——土的天然密度（ kg/m^3 ）。

9.1.5 大型机械挖掘土方或松软岩层时，应使机械所在处的地下水位保持低于地面不小于0.5m。机械运行线上的涵洞宜提前

建成。运行道路应及时消除泥泞。工地扬尘应洒水润湿。

9.1.6 机械施工应严格按照规定进行机械维修、保养工作。

9.2 挖掘机挖装

9.2.1 挖掘机可用于挖取各类土和爆碎的石方。开挖路堑或取土，宜采用正铲施工。挖取停机面以下（坑、沟、改河等）的土石时，宜采用反铲、拉铲或抓斗施工。

9.2.2 挖掘机施工应符合下列规定：

1 挖掘机工作面高度应满足在一次挖掘过程中能装满斗，但不应超过机械的最大挖掘高（深）度。

2 停机地面必须整理或铺垫至水平状态。机下地面松软时应铺垫板。

3 挖土前应先剥离土中夹杂的大石。挖土时应随挖、随清刷边坡。

4 挖装时，回转半径范围内不得有人。向车辆装载时，应降低铲斗，且不得从驾驶室顶上越过。

9.2.3 挖掘机开挖路堑，宜采取侧向开挖、纵向推进的施工方法，利用敞开的另一侧作为汽车道。每次停止开挖的纵深距离，以不使斗柄伸出其长度的 $2/3$ 为宜。路堑口可正向开挖。

深路堑施工宜将断面适当划分为若干堑壕依次侧向开挖，分别挖通，利用上一次挖好的堑壕为运输道。

9.3 装载机挖装

9.3.1 轮胎式装载机宜在工点较分散且场地、道路条件较好的地段施工，适用于挖掘、短途载运或铲装松散的土和块度小而均匀的碎、卵石。

履带式装载机宜用在土方量较集中的工点；适用于挖掘、铲装或短距离移运松土、普通土和铲装块度均匀的石块、硬土块。

用装载机铲挖石块、硬土块或夹有石块的土时，应选用功率较大的机型并装带齿的铲斗。

9.3.2 用装载机铲运装车,合理运距宜为20 m。在铲挖工作面与车辆间进退运行宜采用V形或L形循环方式;受场地限制时,宜用机退车进、车走机进的方式装运。

装载机铲挖的进铲方向应大致与工作面垂直,避免偏载。装车行走速度宜控制在0.7~1.8 m/s。

9.4 推土机推运

9.4.1 非液压传动的推土机,可用于铲挖、推运松土和普通土。液压推土机可铲挖硬土;在饱含水分的软土地段宜采用沼地推土机施工。

9.4.2 推土机的经济运距宜为20~70 m,最大运距不宜大于100 m。运土量较大且运距大于30 m时,应适当采取措施减少土的漏失,可采用2~3台推土机并列作业,刀具相距0.15~0.6 m。

9.4.3 推土机开挖路堑应符合下列规定:

1 地形平缓、开挖深度不大于2.5 m的路堑,宜采用直铲横向开挖,往复运行,向旁侧弃土。

2 短路堑宜采用直铲开挖、移挖作填;当地面横坡平缓时,宜采用上面横向顺坡铲土,下面纵向推运,多台推土机协作施工,但两机前后相距应大于8 m,左右相距应大于1.5 m。

3 傍山陡坡路堑宜采用斜铲开挖。

4 每一铲挖地段的长度应能满足一次铲切达到满载的需要,宜为5~10 m。

5 铲挖宜在下坡道进行。对密实土,下坡坡度宜为10%~18%,最大30%;对松散砂土,下坡坡度不宜大于10%。

6 推运纵坡不宜大于15%,地形困难时不得大于18%。

7 傍山卸土的运行道应有向内稍低的横坡,但应同时留有向外排水的通道。

9.4.4 推土机填筑路堤应符合下列规定:

1 路堤填土应水平分层;不得采用斜层填土。

2 横向取土向上填筑的路堤高度不宜大于2.5m。

3 推土机横向推土上堤后，应充分向前推运土堆，不得中途提刀散土；待土堆布满一段路堤后，再纵向进行摊铺、整平。

4 推土机在平地取土，应先取坑的靠路堤一侧；在坡地取土，应按减少推运坡度或上升高度的原则确定取土步骤；两侧取土时，应先取较低的一侧。

在风沙地区，不宜采用推土机取土。

9.5 铲运机铲运

9.5.1 铲运机铲运宜用于松土、普通土和经过破碎的硬土或岩石，但后者不宜大量使用。铲挖夹有石块的土时，其中块径大于500mm（弃方）或块径大于铺土厚度（填方）2/3的石块含量不应大于5%。

9.5.2 铲运机宜用在长度不小于100m的路基施工，并按经济运距选择机型，运距较大的工点应选用斗容量较大的铲运机。

9.5.3 铲运机运行应符合下列规定：

1 铲运机运行方式，应按地形、路段长度、填挖高度、运土方向、机械类型及数量等条件，合理地采取扁环形、8字形或螺旋形等运行线。

2 结队运行时，前后两机的间距应保持大于20m；取土时，前后间距不得小于10m，左右间距不得小于2m。行驶中应下坡让上坡，空载让重载，支线让干线。

3 不论采取何种运行线，均应经常调换走行车道。

9.5.4 铲运机铲土应符合下列规定：

1 铲土工作面应有能使铲装易于达到满载的长度和宽度。

2 在起伏地形的工地，应充分利用下坡铲土；坡度可按机械性能适当采用，宜为5%~15%，最陡不宜大于30%。

3 路堑两侧铲土时，下铲位置应距边线0.05~0.1m，以后每层铲土应向内回收一定宽度（随边坡坡度而定），防止挖伤边坡面及留土过高。

- 4 铲挖密实土层时，宜将铲土区表面作成凹形相连的断面。
- 5 取土应沿其工作面有计划地均匀进行，不得局部过度挖取，造成坑洼积水。

9.5.5 铲运机填筑路堤应符合下列规定：

- 1 铲运机分段填筑路堤，可用于横向取土填筑高度不大于4 m的路堤；分段长度不应小于60 m。
- 2 上下分部、纵向分段填筑，可用于横向取土填筑较高的路堤；分段及分部应能满足取土、铺填等作业和机械走行的需要。
- 3 纵向延伸填筑可用于填方两端取土或纵向移挖作填。
- 4 铲运机铺填路堤，应从路堤边缘开始，先填两侧，后填中部；必须水平分层填筑，不得斜层铺填。

9.5.6 铲运机运土道及卸土场应符合下列规定：

- 1 道宽：单道5 m，双道10 m。
- 2 纵坡：重载上坡不应大于8%，地形困难时最大15%；空驶上坡不应大于50%。
- 3 弯道：宜和缓，应避免或减少急弯。
- 4 道面：应在回驶时刮平。重载转弯处的道面应保持水平状态。
- 5 卸土场的大小应能满足分层铺卸的需要，并留有回转的余地。应边走边卸，防止卸土成堆。行走部分外侧至填方边缘的距离应能确保安全。

9.6 汽车运土

9.6.1 汽车运土可用于土石方集中、运距大于1 000 m的工点，配合挖装机械施工。车斗容量不应小于挖装机械铲斗容量的两倍。运距较远的工点，应用车斗容量较大的汽车。

9.6.2 运土道路应符合下列规定：

- 1 车道与宽度：宜为双车道，宽度7 m；车少、运距短时，可用单车道，宽4 m，但应按需要设会车道。地形适宜时，空、重车宜分设单道。

2 纵坡：重车方向不宜大于10%，当地形困难时不宜大于15%；空车方向可根据车的性能和车况采用限坡。

3 曲线半径：应按车型及性能确定。山区急弯不应小于10m。

4 路面：路面结构应能满足重载车辆运行的需要。

9.6.3 汽车在装土场的运行方式应按挖装方法、场地条件和车辆多少合理确定；要求进出场地互不干扰，秩序良好。回转线宜采用环行或人字形，空、重车分道行驶。

9.6.4 汽车卸土应符合下列规定：

1 卸土前应检查卸土场周围和空中有无障碍物。

2 卸土时车辆必须停稳，严禁边卸土边行驶。不应在倾斜地面卸土。

3 坑边卸土时，车与坑边的距离应能确保安全，防止坍塌翻车。

4 夜间施工，汽车不得开抵坡坎边缘向下倾卸；当特殊需要时，必须有照明设备和安全防护。

5 在路堤上卸土应排列成均匀的鱼鳞状土堆；土堆间距可按汽车装土量和填层厚度计算确定。

6 自卸汽车与推土机配合作填土、摊铺时，应交错进行作业，避免互相干扰。

7 汽车在填层上行驶，不应固定走道。

9.7 火车运土

9.7.1 火车运土宜在运距远、运量大、运行可靠、装卸方便的前提下采用；并应与汽车运土方案作经济比较。

9.7.2 火车运土便线的标准应符合相应的线路标准要求。

9.8 平地机整平

9.8.1 平地机主要用于整平填层、路基面或场地，可配合土方机械开挖边沟、筑路拱、修刷边坡及铺平土堆。

9.8.2 平地机施工时，应准确调整铲土角、刮土角及刷坡侧伸距离，使断面尺寸和高程符合设计要求。

9.8.3 平地机宜分段集中使用。分段长度宜按一个台班机械一次工作行程长度取定，不应过短。

9.8.4 采用平地机作各项路基外形整理工作时，宜组织 2~3 台联合协作，分别担任铲土、移土等作业。

9.9 机械压实

9.9.1 选择压实机具应根据工程规模、场地大小、填料种类、压实标准、机械性能与效率及与其他施工机械的配合等因素综合确定，宜选用重型、特重型压路机。

9.9.2 选择压实机械应符合下列规定：

1 区间路基施工宜采用自行式振动碾压实；站场和工作面较宽的路堤下部宜采用拖式振动碾压实。

2 细粒土填料宜采用振动碾、羊足碾、格式碾、条式碾，尤宜采用气胎碾压实。

3 粗粒土填料宜采用中型振动碾压实。

4 块石填料宜采用重型、特重型振动碾压实。

5 路基本床宜采用重型振动碾压实。

6 桥涵缺口、桥头锥体、墙背及沟槽回填、路堤填层边缘、修整路堤结构面及重型碾不能达到的部位，宜采用手扶式两轮振动碾、平板振动器、动力夯等机具压实；涵洞顶上 1m 以内应采用人工夯实或轻型静碾压实。

9.9.3 机械压实路堤应符合本规范第 4 章的有关要求，并符合下列规定：

1 压实填层应顺线路纵向行驶。直线地段应从两侧向中间进行；曲线地段应从曲线内侧向外侧进行。

2 振动碾压实填层，应先静压 1~2 遍，再进行振动碾压。

3 压实填层，填土出现侧挤、起层和疏松现象时，应翻挖换土或调整土的含水量后重新压实。

4 压路机纵向行驶时，碾轮外缘距填层边缘应不小于0.5 m；未压到的边缘部分，应采用斜向进退法碾压。

5 压实边坡宜采用专用压实机具；对未做压实的边坡，应按填料种类和压实机械的效能，超填0.3~0.5 m宽。

10 爆 破

10.1 一 般 规 定

10.1.1 路基爆破的技术经济效果应满足下列要求：

- 1 准爆，达到预期的爆破形状和方量。
- 2 确保基床、边坡不受破坏和堑顶山体稳定。爆出的坡面平顺、底板平整、无根坎。
- 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。

10.1.2 爆破施工的岩石可按其极限抗压强度分为软石、次坚石、坚石三类（见本规范附录 C）。

10.1.3 爆破工程所用的爆破器材，必须经过检验，符合质量要求的才可使用；严禁使用过期的爆破器材。爆破器材的检验、运输、使用、保管与销毁必须遵照国家爆破安全规程的规定。

10.1.4 在城市、厂矿区、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、化工管道等附近增建二线进行爆破施工时，必须采取相应的技术安全和环境保护措施。

10.1.5 本章各节计算和使用的炸药药量，均按 2 号岩石硝铵炸药为准。

10.1.6 进行水下爆破、炸礁爆破、破冰爆破、拆除（控制）爆破时，必须按国家现行特种爆破的有关规定执行。

10.2 常 用 爆 破

10.2.1 炮孔爆破的炮孔直径宜为 38~150 mm，炮孔深度不宜大于 20 m。它适用于铁路路基工程中各种路堑开挖、场地整平、

基础和沟槽开挖、边坡修整、采石和二次爆破等施工。

10.2.2 炮孔爆破孔网及装药参数的确定，应符合下列规定：

1 无论浅孔或深孔爆破，均宜采用倾斜炮孔；

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，不宜大于20m；

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

10.2.3 台阶爆破主炮孔应有一定的超深，超深值宜为 $0.1W \sim 0.3W$ 。

10.2.4 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%。

10.2.5 炮孔的堵塞质量应予保证，堵塞长度不得小于 W 或 20 倍炮孔直径。

10.2.6 多个或多排炮孔起爆宜采用毫秒级电雷管、导爆索—继爆管起爆系统，实施微差起爆。

10.2.7 洞室药包爆破可在控制工期或石方集中地段采用。当用于路堑时，应结合预裂爆破进行，并应保持边坡稳定。

10.2.8 洞室药包爆破的类型，应根据地形、地质、水文条件，结合开挖断面情况，按爆破成形的要求适当采用。

10.2.9 洞室药包爆破应按下列要求留置边坡保护层和堑底保护层：

1 边坡保护层：药包中心至边坡的最小距离 B_d 可按下列式计算：

$$B_d = A_1 \cdot \sqrt[3]{f(n)} \cdot W \quad (10.2.9)$$

式中 W ——最小抵抗线 (m)；

$f(n)$ ——爆破作用指数函数， $f(n) = 0.4 + 0.6n^3$ ；

A_1 ——边坡保护系数，可取：软石 0.33，次坚石 0.27，

坚石 0.26；可在 $\pm 10\%$ 范围内调整。

2 堑底保护层：药包中心高出路基面不应小于最小抵抗线的10%（堑底为未风化或微风化的次坚石时）或15%（堑底为软石或弱风化的次坚石时）；堑底为坚石时，药包可接近路基面。

10.2.10 洞室药包爆破应敷设两套起爆网络；起爆网络中，不得使用火花起爆。

10.2.11 洞室药包爆破应用起爆体起爆。正起爆体装入雷管或导爆索，副起爆体不装雷管，用导爆索与正起爆体联结起爆。

10.2.12 开挖路堑的洞室爆破宜布置条形药包。条形药包松动爆破的药量可按下列公式计算：

$$Q_1 = (0.45 \sim 0.64) \cdot e \cdot k \cdot W^2 \cdot L \quad (10.2.12)$$

式中 Q_1 ——条形药包装药量 (kg)；

L ——条形药包长度 (m)；

k ——单位用药量（见本规范附录 D），当 $W \geq 15\text{m}$ 时，

$$k_{\text{修正}} = k(1 + 0.005W)；$$

e ——炸药爆力换算系数。

10.2.13 药壶爆破适用于软岩和中等坚硬岩层，炮孔深度可为3~8m。扩壶完成后，应将药壶内存留的残碴或水排除干净，经测量药壶体积合格后方可进行装药。

10.3 光面爆破和预裂爆破

10.3.1 光面爆破和预裂爆破应在要求岩面平整和边坡稳定、减少震动及超、欠挖时采用。

10.3.2 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。

10.3.3 光面爆破和预裂爆破主要参数的确定，应符合下列规定：

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小直径药卷不偶合连续装药或空隙间隔装药。装药不偶合系数(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不应小于 1.5~2.0 倍预裂孔间距, 且应较其他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。

10.3.4 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。

10.3.5 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的时间不应小于: 坚硬岩石 50~80 ms; 中等坚硬岩石 80~150 ms; 松软岩石 150~200 ms。

10.3.6 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。

10.3.7 光面爆破和预裂爆破的质量应符合下列规定:

- 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 150~200 mm;
- 4 坡面上不应有明显的爆震裂纹。

11 工程验收

11.0.1 竣工工程应按单位工程检验，单位工程划分和质量评定应符合《铁路路基工程质量检验评定标准》(TB 10414) 的规定。

11.0.2 验收时应以监理工程师签证的工程质量检验评定表和隐蔽工程检查证为依据。无特殊原因，可不作重复检验。

11.0.3 路基工程竣工验收时，施工单位应提供下列文件及资料：

- 1 工程竣工验收报告；
- 2 工程质量检验评定资料；
- 3 路基竣工图及其他文件（隐蔽工程检查证）；
- 4 变更设计；
- 5 工程日志；
- 6 中线、高程竣工测量资料及主要永久标志位置图；
- 7 工程试验资料（包括路堤填筑压实试验段资料）；
- 8 有关原材料、构配件出厂质量证明资料；
- 9 观测资料；
- 10 各项施工记录；
- 11 重大质量事故处理记录；
- 12 施工小结。

11.0.4 经检验符合上述要求的路基工程，应办理工程验收手续。

附录 A 路堤填筑压实试验

A.0.1 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.0.2 应安排 30~50 m 长的路堤试验段，在其各部位的全宽度内进行填筑压实试验，确定合理的松铺厚度、压实遍数、施工控制含水量及填筑工艺。

A.0.3 填层的松铺厚度应能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.0.4 每层的压实效果应分别采用核子密度湿度仪、灌砂法和 K_{30} 荷载板试验进行检测。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。

附录 B 填料分类、野外鉴别与室内试验

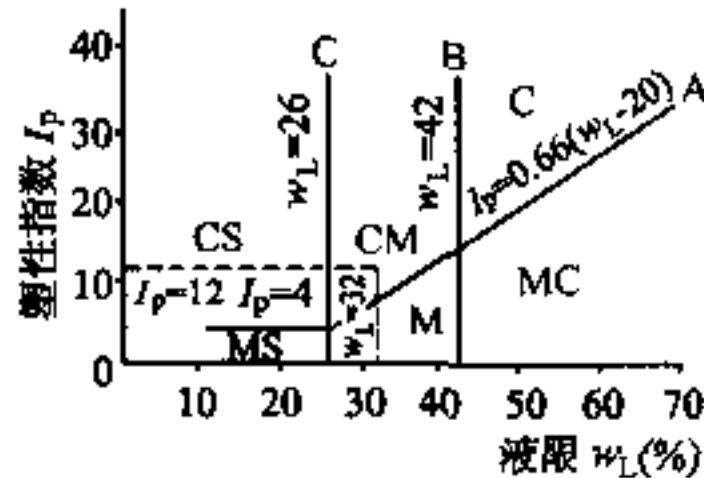
B.0.1 填料分类应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 填料分类

填 料		符号	说 明	填料组别	
类别	名称				
岩 块	块 石 类	硬块石	R_h	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	A
		软块石	R_s	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	B、C、D
		漂石土	R_bF	粒径大于200 mm颗粒的质量超过总质量的50%，浑圆或圆棱状为主	A、B、C
	碎石类	卵石土	R_gF	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	A、B、C
		碎石土	R_cF	粒径大于20 mm颗粒的质量超过总质量的50%，尖棱状为主	A、B、C
粗 粒 土	砾石类	圆砾土	G_cF	粒径大于2 mm颗粒的质量超过总质量的50%，浑圆或圆棱状为主	A、B、C
		角砾土	G_jF	粒径大于2 mm颗粒的质量超过总质量的50%，尖棱状为主	A、B、C
	砂 类	砾 砂	SG	粒径大于2 mm颗粒的质量超过总质量的25%~50%	A、B
		粗 砂	S_c	粒径大于0.5 mm颗粒的质量超过总质量的50%	A、B
		中 砂	S_m	粒径大于0.25 mm颗粒的质量超过总质量的50%	A、B
		细 砂	S_f	粒径大于0.075 mm颗粒的质量超过总质量的85%	B
		粉 砂	SM	粒径大于0.075 mm颗粒的质量超过总质量的50%，细粒土部分以粉粒为主	C
		黏 砂	SC	粒径大于0.075 mm颗粒的质量超过总质量的50%，细粒土部分以黏粒为主	B

续表 B.0.1

填 料		符号	说 明	填料组别
类别	名称			
细粒土	砂粉土	MS	塑性图 A 线以下, C 线以左	B
	粉 土	M	塑性图 A 线以下, B、C 线之间	C
	黏粉土	MC	塑性图 A 线以下, B 线以右	D
	砂黏土	CS	塑性图 A 线以下, C 线以左	B
	粉黏土	CM	塑性图 A 线以上, B、C 线之间	C
	黏 土	C	塑性图 A 线以上, B 线以右	D
	有机土	W _o	有机质含量大于 5%	E



- 注: 1 软块石填料组别: B组指不易风化的, C组指易风化的, D组指强风化及全风化的。
- 2 漂石土、卵石土、碎石土和圆砾土、角砾土的填料组别是根据细粒土含量确定的: 含量小于15%者为A组, 含量在15%~30%者为B组, 含量大于30%者为C组。
- 3 填料组别中, A组指级配良好, B组指级配不良。
- 4 硬块石的单轴饱和抗压强度 $R_c > 30 \text{ MPa}$; 软块石的单轴饱和抗压强度 $R_c \leq 30 \text{ MPa}$ 。

B.0.2 野外鉴别应符合下列规定:

1 岩块及粗粒土的鉴别: 借手触感觉、目视观察等简易方法鉴别。

2 细粒土的鉴别:

- 1) 摇震反应: 将含水量接近饱和的土揉成小球, 放在手掌上左右反复摇晃, 并以另手震击; 水渗出后, 再以手捏土球; 根据摇震时水分光泽出现、捏土球时水分消失的快慢, 分为反应快、反应慢和无反应三种情况。

2) 韧性试验：将含水量略高于塑限的土，在手掌中搓成直径约3 mm土条，再揉成土团，重又搓条；韧性可根据搓条情况分为以下三种：

韧性低——第一次搓条后，不能再揉成土团。

中等韧性——可再揉成土团，但不能再搓成条。

韧性高——能再揉成土团，并能重新搓条。

3) 干强度试验：将风干的小土块，用手指捏碎或掰断，根据用力的大小分为以下三种：

干强度高及很高——用力捏不碎、且不易掰断的为干强度高；用大力也捏不碎、掰不断的为很高。

干强度中等——用力能捏碎，且容易掰断。

干强度低——易于用手捏碎搓成粉末。

4) 光泽反应：用小刀切开稍湿的土，并用刀侧抹擦土面：如上面呈光泽，表示为粉黏土或黏土；如土面粗糙无光泽，则为砂黏土或粉土。

3 有机土的鉴别：有机土潮湿时呈褐色、深灰或黑色，含有腐烂的植物，有臭味。

根据以上简易试验，可按表 B.0.2 进行细粒土的野外鉴别定名。

表 B.0.2 细粒土野外鉴别

摇震反应	干强度	韧 性	有机土色臭等	土的种类	符 号
慢—无	低—中等	低—中等	无	黏粉土	MC
无	高—很高	高	无	黏 土	C
快—慢	无—低	无	无	砂粉土	MS
无—很慢	中等—高	中 等	无	砂黏土	CS
—	—	—	较明显	有机土	W ₀

B.0.3 颗粒粒径小于60 mm的各种填料分类的室内试验应符合下列规定：

1 筛分法。按颗粒分析试验规定的方法与要求，确定试样

粒径的组成及含量百分比。卵石土、碎石土及各粗粒土应根据粒径分组，由大到小以最先符合者定名。

2 对细粒土根据液限及塑限试验结果分类。

3 对特殊土（软土、膨胀土（岩）、黄土、盐渍土等）的分类，除进行上述试验外，还应结合对各种土定名的要求，按土的成因、成分、颜色及其他有关试验指标，辅以相应的专门鉴别试验，以确定其种类。

4 按第1款试验计算 C_u （不均匀系数）和 C_c （曲率系数）值，据以判别填料的级配良好（ $C_u \geq 5$ ， $C_c = 1 \sim 3$ ）或级配不良（ $C_u < 5$ ， $C_c \neq 1 \sim 3$ ）： $C_u = d_{60}/d_{10}$ ， $C_c = d_{30}^2/(d_{10} \times d_{60})$ ； d_{10} 、 d_{30} 、 d_{60} 分别为颗粒级配曲线上相应于10%、30%及60%含量的粒径。

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 进行岩土施工工程分级。

表 C.0.1 岩土施工工程分级

等 级	类 别	岩土名称及特征	钻 1m 所需时间			岩石 单轴 饱和 抗压 强度 (MPa)	开 挖 方 法
			液压滑 岩 车、 潜孔钻 机 (净钻 分钟)	手持风 枪湿式 凿岩合 金钻头 (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					用铁锹挖,脚蹬一下 到底的松散土层,机 械能全部直接铲挖, 普通装载机可满载
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、 中密角砾土、圆砾土,松 散的碎石土、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 碎石土、卵石土,密实的 圆砾土、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 载机不能满载;大部 分采用松土器松动 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 开挖或挖掘机、单钩 裂土器松动,部分需 借助液压冲击镐解 碎或部分采用爆破 法开挖

续表 C.0.1

等级	类别	岩土名称及特征	钻 1m 所需时间			岩石单轴饱和抗压强度 (MPa)	开挖方法
			液压凿岩车、潜孔钻机 (净钻分钟)	手持风枪湿式凿岩合金钻头 (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,大部分需用爆破法开挖
VI	坚石	各种极硬岩:硅质砂岩、硅质砾岩、石灰岩、石英岩、大理岩、玄武岩、闪长岩、花岗岩	>10	>20	>1.0	>60	可用液压冲击镐解碎,需用爆破法开挖

注: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。

C.0.2 软土的施工工程分级,一般可定为Ⅱ级。

C.0.3 多年冻土的施工工程分级应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 多年冻土的施工工程分级

施工工程等级	类别	多年冻土类型及岩性特征
Ⅲ	硬土	地层为粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂、角砾土(圆砾土)、碎石土(卵石土)的少冰冻土
Ⅳ	软石	地层为粉土、黏性土的各类冻土;地层为粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂、角砾土(圆砾土)的多冰、富冰和饱冰冻土;地层为碎石土(卵石土)的多冰冻土;地层为块石(漂石土)的少冰冻土;各类地层的含土冰层及纯冰层
V	次坚石	地层为碎石土(卵石土)的富冰、饱冰冻土;地层为块石(漂石土)的多冰、富冰和饱冰冻土

附录 D 爆破各种岩石的单位炸药消耗量 k 值

表 D 单位炸药消耗量 k 值

岩石名称	岩 体 特 征	岩石强度 系数 f	$k(\text{kg}/\text{m}^3)$
各种土	松软 坚实	<1.0 1~2	1.0~1.1 1.1~1.2
土夹石	密实	1~4	1.2~1.4
页岩、 千枚岩	风化破碎 完整、微风化	2~4 4~6	1.~1.2 1.2~1.3
板岩、 泥灰岩	泥质、薄层、层面张开、较破碎 较破碎、层面闭合	3~5 5~8	1.1~1.3 1.2~1.4
砂 岩	泥质胶结, 中薄层或风化破碎者	4~6	1.0~1.2
	钙质胶结, 中厚层、中细粒结构, 裂隙不甚发育	7~8	1.3~1.4
	硅质胶结, 石英质砂岩厚层, 裂隙不发育, 未风化	9~14	1.4~1.7
砾 岩	胶结较差, 砾石以砂岩或较不坚硬的岩石为主	5~8	1.2~1.4
	胶结好, 以较坚硬的砾石组成, 未风化	9~12	1.4~1.6
白云岩、 大理石	节理发育, 较疏松破碎、裂隙密度大于4条/m 完整、坚实	5~8 9~12	1.2~1.4 1.5~1.6
石灰岩	中薄层, 或含泥质的, 或鲕状、竹叶状结构的及裂隙较发育的	6~8	1.3~1.4
	厚层、完整或含硅质, 致密的	9~15	1.4~1.7
花岗岩	强风化、节理裂隙很发育, 多组节理交割, 裂隙密度大于5条/m	4~6	1.1~1.3
	弱风化、节理不甚发育或未风化的伟晶岩	7~12	1.3~1.6
	粗晶结构的细晶均质结构, 未风化, 完整致密岩体	12~20	1.6~1.8
流纹岩、 粗面岩、 蛇纹岩	较破碎 完整	6~8 9~12	1.2~1.4 1.5~1.7

续表 D

岩石名称	岩 体 特 征	岩石强度 系数 f	$k(\text{kg/m}^3)$
片麻岩	片理与节理裂隙发育 完整、坚硬	5~8	1.2~1.4
		6~14	1.5~1.7
正长岩、 闪长岩	弱风化, 整体性较差 未风化, 完整、致密	8~12	1.3~1.5
		12~18	1.6~1.8
石英岩	风化破碎, 裂隙密度大于 5 条/m 中等坚硬、较完整 很坚硬、完整、致密	5~7	1.1~1.3
		8~14	1.4~1.6
		14~20	1.7~2.0
安山岩、 玄武岩	受节理裂隙切割 完整、坚硬、致密	7~12	1.3~1.5
		12~20	1.6~2.0
辉长岩、 辉绿岩、 橄榄岩	受节理裂隙切割 很完整、很坚硬、致密	8~14	1.4~1.7
		14~25	1.8~2.1

本规范用词说明

执行本规范条文时，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用词，采用“可”。

《铁路路基施工规范》

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。

1.0.4 为了促使对路基工程的重视，有必要对路基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，以促进工程质量的提高。

1.0.6 施工中由于取土、弃土、开挖填筑涉及原有排灌、蓄水系统时，如不妥善处理，均可能造成不良后果，故提出要求。

1.0.7 施工可能对当地环境产生影响，如爆破、尘埃、噪声等，均可能造成不良后果，故提出本条要求。

1.0.10 本条为促进路基工程技术进步而提出。新技术、新材料、新工艺、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订或随工点设计提出，并经规定的程序审批。

1.0.12 路肩和边坡上挖槽、坑埋设电缆、电杆，可能会对路基的稳定性、排水以及外形产生不良影响，故提出要求。

3.0.1 为核查设计文件进行的现场调查主要包括施工地区的地形、地貌、水文、地质情况以及周围的建筑物等。调查其设计建筑物位置与现场地形、地貌是否符合；如有不符，应及时向设计部门提出。

3.0.2 执行中可根据实际情况，确定调查项目。

3.0.3 初次交接桩是在设计与施工单位之间进行，如施工单位

调换，交接桩也按本条执行。

3.0.4 各项测量精度见现行《新建铁路工程测量规范》(TB 10101—99)的有关规定。

3.0.5 编制中应根据工程特点，周密细致地安排施工计划，搞好安全措施，做到合理布置，均衡生产，注重经济效益。

3.0.6 施工单位应根据路基工程数量及设计要求配备试验设备，并规定试验项目。建立安全质量检测体系，健全检测制度，确保施工安全及工程质量。

3.0.8 本条提出的原则性要求是为各项临时工程要达到正常施工的需要及保证原有公路能适应大型机械运输。

3.0.9 如路基内留有树墩或长有树木，会因其腐朽或发育降低土体密度和强度，对基床影响很大；在填方地段，树墩过高还有碍于填土压实作业。

对珍贵的、有保护要求的树木，应按当地政府的规定处理。

3.0.11 说明表3.0.11可供路堤填筑压实试验时，初步选定铺填厚度和压实遍数参考。该表中除“粉黏土”为西（安）南（京）线 K772 试验工点的资料外，其余为大秦线 K36、K268 及 K294 试验工点的资料。

4.1.1 我国铁路路基的填料分类于1980年起在《铁路路基填土压实技术规则》中做出了规定，经多次修订纳入《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)。

4.1.2 “分层填筑”和“压实到规定的密度”是对路堤填筑的基本要求，其具体做法除应符合本规范 3.0.11 条的要求外，并分别在后面有关章节中针对不同情况与条件提出了具体要求。

4.1.3 细粒土和粉砂、黏砂填层的压实密度，一般以压实系数 K_h 值控制，即要求达到按重型击实试验测定的填料最大干密度乘以 K_h 所得的干密度；最优含水量为最大干密度时的含水量。当含水量小于或大于最优值时，即使其他压实条件相同，压实密度将小于其最大值，甚至达不到要求值，故压实时填料的含水量应接近其最优含水量。

说明表 3.0.11 铺填厚度与压实遍数参考值

机 械 类 型			填 料	压实 系数 (K_h)	地基 系数 (K_{30})	最佳填层厚度 (m)		最少压 实遍数
型 式	自重 (t)	激振力 (kN)				压 实	松 铺	
自行、振动	12	200	黏砂土	≥ 0.91		0.27~0.34	0.40~0.45	6
				≥ 0.86		0.35~0.40	0.5	4
拖式、振动	12	370	砂黏土	≥ 0.91		0.24~0.28	0.35~0.40	6
				≥ 0.86		0.33~0.35	0.45~0.50	4
拖式、振动	13.5	290	黏土	≥ 0.91			0.40~0.45	5~6
				≥ 0.86			0.40~0.45	3~4
自行、振动	14.8	265	粉黏土	≥ 0.91			0.40~0.50	8~11
				≥ 0.89			0.40~0.50	6~9
				≥ 0.86			0.45~0.60	3~6
拖式、振动	13.5	290	砂、 卵石土		≥ 1.1		0.7~0.8	7~8
					≥ 0.9		0.7~0.8	5~6
拖式、振动	13.5	290	块石		≥ 1.4		1.0	4~5
					≥ 1.1		1.0	3~4

4.1.4 施工防排水对路堤的稳定性、工程质量及工作效率均至关重要。排水系统应合理布置，排水设备应有足够的过水断面，这是避免造成路堤水害的关键。

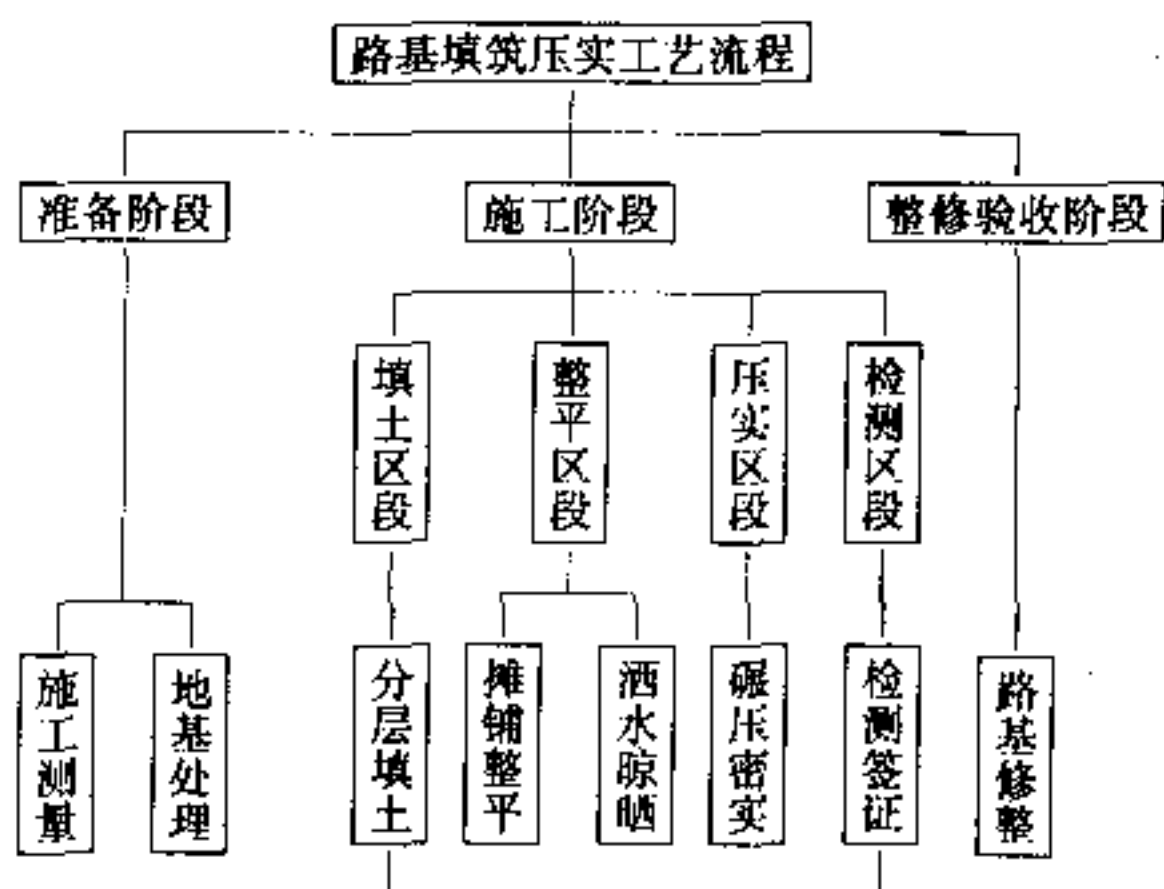
4.1.5

2 路基填筑压实按照三阶段、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，其工艺流程见说明图 4.1.5。

4 路堤宜用同一种填料填筑，以免产生不均匀沉降，混杂填料填筑不能保证填料种类特征和压实的均匀性，使其接触面形成滑动面或在路堤内造成水囊，故必须严格限制。如条件困难不得不用性质不同的填料填筑时，各种不同的填料应分开逐层填筑，宜采用现行《铁路路基设计规范》(TB10001—99)条文说明第 6.1.4 条的断面形式。

6 填层厚度要求均匀，是为保证每填层各深度的压实密度

均匀一致。要求每压实层面平整是为保持上一层铺土厚度均匀。最大凸凹差限值30 mm是按路基面平整度要求确定的。



说明图 4.1.5 基床以下路堤填筑施工工艺流程图

7 逐层检验控制填筑是为确保整个路堤的密实度符合要求，检测具体办法应符合本章第 4.10.7 条的规定。

9 对完工的路堤顶面不应行驶机械和车辆的要求，是为防止路拱受损及基床产生坑槽积水。

4.2.1 基床受列车动力作用和水文气候变化影响较大，故对其填料有较严格的要求，表 4.2.1 是根据现行《铁路路基设计规范》(TB 10001—99) 所列填料选用原则及条件的规定编制的。表中列有“宜、可、不宜、不得、严禁”等五种用词，以体现对使用填料的指导性、约束性和必要的灵活性，便于在土方调配、施工控制与检验时查对执行。

4.2.2

(1) 同一层不允许使用不同种类和条件的填料。

(2) 上下层间使用不同填料时，对其粒径指标规定了两项要求，这是为防止层间颗粒移动掺混，影响其级配。

4.2.3 压实要求是按照现行《铁路路基设计规范》(TB 10001—99) 第 5.2.3 条要求，以便施工执行。对压实有特别要求的路

基，按个别提出的压实标准执行。

4.2.5 基床直接承受轨道及列车荷载，是路基结构的重要组成部分；为确保基床施工质量，应按其结构层次界限分别进行施工控制。

4.2.7 路基面宽度和路肩高程允许偏差本次根据工务部门的意见做了修订。

4.2.8 根据《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)的要求提出。

4.3.2 本条系根据《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)第6.1.4条提出的施工要求。

4.3.3 本条中的压实要求是根据《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)第6.2.1条规定提出，以便施工执行。

4.3.4 如用易风化软石填筑，路堤将由于岩块风化崩解发生较大的沉降、局部凹坑和边坡变形，故提出此要求。

4.3.5 倾填是指从高处将填料倾倒于路堤，未做分层压实的填筑方法，这种方法不能保证填层密实均匀，即使是块石填料，倾填也可能形成有较大、较多空隙的堆积体，难以保证路堤稳定，故一般不应采用。但在本条所指情况条件下，与抛石处理软土地基相比总要好些，且较经济。为控制使用，本条规定较为严格，有具体的采用条件和作法要求。基床底面下不小于1m仍分层填筑，是使基床下有一定厚度较密实、均匀的受力、传力层。

4.3.6 在桥涵缺口，施工不当会造成不良后果，或由于填筑程序方法不当伤及桥涵，以致变形、挤动，或因施工机械作业不当，使桥涵砌体受到伤损，故提出此项规定。第4款是为防止涵洞、桥台受到较大的填土挤压。大型机械与桥台、涵洞及挡土墙边缘保持不小于1m的间距，是参考拱顶最小填土厚度的设计规定提出。

4.4.1 地基情况可能由于自然或人为因素发生与设计时不同的变化，有必要在施工时复查。

4.4.2 对基底地下水处理要慎重对待，保证不留后患。详细记录是完工后进行观察、维修和必要时继续处理的主要依据资料，

不可缺漏。

4.4.3 本条指对容易出现问题的地基进行观测，查明原因及时处理，防止问题扩大及恶化。

4.5.1 现行规范对选用路堤填料比过去的要求高，且随着国家对铁路工程环境保护要求更加严格，故在总的土方调配计划下布置取土的工作就更加重要。

4.5.2 坑边到路堤坡脚间的地面，即天然护道，是路堤的结构组成部分，不可忽略。规定坑深限度及边坡坡度是为保持路堤边坡稳定。

4.5.4 本条文根据现行《铁路工程环境保护设计规范》(TB 10501—98)，结合国家现行的生态环境保护规定而提出。

4.6.1 由于影响预留沉降量的因素很复杂，不宜机械地执行，故应根据实际情况确定和调整。

4.6.2 本条文参考日本《土和基础》第20卷6期中有关的测试结论和国内的一些研究结果，路基面下4.5 m以下的下沉量与列车荷载无关，故对预留沉降量的取值分为堤高小于5 m和大于5 m两部分计算。

由于现行规范对路堤填筑压实度比原规范提高，根据日本北海道铁路工程的测试数据，条文中将原规定堤高的0~2.5%，相应作了修改，减小了上限，并补充了下限值；对很低的或经观测表明沉降已稳定的路堤均可不加或少加沉降量。

分段平均的堤高变化定为4 m以内，是考虑到：即使按最大预留加高，即堤高的2.0%计，各段中的最大差值也不大于4 cm ($2.0 \times 4/2$)，是允许的；相邻段高差8 cm (2.0×4)，一般可满足顺坡连接的条件要求。

对预留沉降量有特别要求的，应按设计和本规范有关条文执行。

4.6.3 根据路基面沉降观测（累计）值，用双曲线拟合法推算工后沉降。举例如下：

(1) 将各观测值依先后秩序排列，并计算各次的 t/s 值。

(2) 将观测值分为次数相等（用取舍“0”次调整）的前后两组（每组 n 次），按平均坐标法求拟合系数，分组求和计算如说明表 4.6.3。

说明表 4.6.3 分组求和计算

测 次	t (d)	S (mm)	t/S	Σ
0	0	0	0	$t_1 = \sum_1^8 t = 202$ $u_1 = \sum_1^8 (t/S) = 9.682$
1	1	2	0.500	
2	3	5	0.600	
3	5	9	0.556	
4	12	10	1.200	
5	19	10	1.900	
6	42	30	1.400	
7	56	33	1.697	
8	64	35	1.829	$t_2 = \sum_9^{16} t = 1055$ $u_2 = \sum_9^{16} (t/S) = 24.755$
9	79	41	1.927	
10	97	43	2.256	
11	109	41	2.659	
12	124	40	3.100	
13	140	42	3.333	
14	149	44	3.386	
15	172	44	3.909	
16	185	44	4.205	

(3) 按下列步骤计算：

拟合系数

$$b = \frac{u_2 - u_1}{t_2 - t_1} = 0.01770$$

$$a = \frac{1}{n} (u_2 - bt_2) = 0.7631$$

拟合方程式

$$S_t = \frac{t}{a + bt}$$

最终沉降量

$$S_{\infty} = \frac{1}{b} = 56.5 \text{ mm}$$

竣工沉降量

$$S' = S_{t=196} = 46.3 \text{ mm}$$

工后沉降量

$$S_r = S_{\infty} - S' = 10.2 \text{ mm}$$

注：1 每一观测点的观测次数不宜少于 12 次，观测期从路堤填筑完成后开始，观测至临铺轨前路基最后修整时为止，一般不宜少于 180 d；

2 本例中路堤竣工期取 $t = 196 \text{ d}$ （从观测开始时起算）。

4.6.4 对路基面、预留沉降及顺坡连接的规定及要求，应在临铺轨前进行检查和必要的修整，才能切实收效。

4.7.1 外掺料的种类、品质和用量，随土质不同而异，不能任意改变，否则就会影响改良土的效果。

4.7.2 改良土的施工工艺包括：土料破碎、外掺料计量和掺入、含水量控制、压实密度控制方法等；工艺参数包括：拌和遍数、填层虚铺厚度、压实遍数、施工时间等。

4.7.3 集中拌和法，一般是利用大型混凝土搅拌站，在取土场配料、拌和好后，再运到路基上铺平、压实；路拌法是把土料铺在路基上，按剂量掺入外掺料，就地拌和均匀后，即行整平、压实；稳定处理机拌和是先将土料铺在路基上，用处理机将土料挖入机内，自动配料、拌和，并自动卸出铺平。

4.7.4 严格控制施工含水量是为了减少压实遍数，缩短压实时间，因拌和后改良土的强度在逐渐增长，时间越长则压实越困难。

掺和料与土料发生改性反应离不开水的作用，故混合料的含水量不能少得太多；而含水量稍多一点则有利于改性反应，且易于压实。

改良土开始压实时强度还很低，只能用密度来控制压实度。

4.7.5 石灰改良土的土料一般多为天然的黏性土，难以使其粉碎，只宜采用犁耙划碎，故土料的粒径较大，但在加入外掺料经过初拌、闷土之后，土块会变得干酥，复拌时极易粉碎。

4.7.6 水泥改良土由于受水泥终凝时间的限制，工序不能太多，故土料粒径不应太大，施工时间亦应加以控制，否则将严重影响其压实密度和强度。

4.7.8 雨天，混合料的含水量不好控制，故不得进行改良土施工；冬天，气温接近 0°C 时，石灰、水泥与土的反应很慢，气温达到 0°C 及以下时，反应完全停止，故不得进行改良土施工。

4.8 本节各项要求不适用于按多年冻土地区设计的路基。

4.8.3 低温施工时，对路堤填料及其含水量、压实措施等做特别要求，是为取得较好的压实效果、防止产生较大的沉降。

使用冻土块作填料，冻土融化后路堤会产生较大的变形，故不得使用冻土。

4.8.5 如在冻结时修整路基面及边坡，解冻后易产生变形，施工也较困难。

4.9.3 在雨天，无法保证非渗水土填料及填层的含水量符合要求，故严禁填筑。

4.10.1 复查试验的要求，是为提高整个路堤正确使用填料的可靠性；在机械化施工的工地，为满足这个要求，须加强试验工作并宜采用核子密度湿度仪进行试验。

4.10.2 “经鉴定批准的”指对科研成果鉴定或经标准计量管理部门批准认可的。

4.10.3 由于在现行《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)中，尚未纳入关于路堤填层强度的统一规定，但在处理软土基床、改良土质及当路基作为建筑地基或其他特别情况下，可能在设计上对填层提有要求；故提出本条规定。

4.10.4 质量检验是为确保工程质量符合有关规范和设计要求。路堤是路基工程中最具有专业特征且检验项目较多的工程，故本节内容主要针对路堤。其他路基结构的质量检验，按本规范各章

节有关质量的规定和要求办理。

4.10.6 所提填料的试验是指按本规范第4.10.1条进行的试验。

4.10.7 本条文对填土检测提出的要求，是为了加强系统检验的严密性和代表性。本次修订补充了相对密度 M_r 和地基系数 K_{30} 检测的规定。

5.1.1 地形、地质等条件是路堑施工布置最重要的依据，但这些条件时常发生变化或不符，故特强调按施工时的实际情况、不宜单纯按设计图布置施工，并做好对既有线设施的防护。

5.1.2 开挖土石的分类及名称与作填料的土石分类名称及特征参数，分别以现行《铁路工程地质勘察规范》(TB 10012—2001)和《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)的规定为基础。

5.1.4 天沟铺砌、防渗是为了保持边坡稳定而设，故“应及时铺砌”。

5.1.5 本条规定是根据施工中引起边坡滑坍或落石，发生事故的经验教训而提出。事关人身安全，要严格执行。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。

5.2.1 本条第5款要求是为防止坡面风化加剧和雨水冲蚀而提出的。

5.2.2 本条是为确保路堑基床符合标准要求和正确施工提出。

5.2.4 路基宽度和高程的允许施工偏差，本次根据工务部门的意见做了修订。路基面平整要求，是为确保路基面良好的排水功能和道床厚度均匀一致，以适应由于列车和轨道技术条件的发展提高对路基质量的要求。

5.2.6 本条各项规定是为使各种水沟确能达到其应有的作用与效能而提出。

5.3.1 本条系对弃土的原则要求。弃土虽非路基本体，但如处理不当，可能引起种种不良后果，应妥善处理。

5.3.2 土石天然坡角，指天然松散状态下的天然坡角，其角度值幅度可能相当大，宜就地实测取定；弃土堆如经分层碾压，其

边坡可放陡一些。

5.3.3 当地面横坡陡于1:5,弃土堆置于山坡上侧时,如不采取必要措施,则不能保证弃土堆本身及路堑边坡的稳定。故不应在其上设弃土堆。

5.3.5 为防止在边坡上弃土造成污染和淤积,故本条补充应按护道分层压实。条文中对弃土的要求,是根据现行《铁路工程环境保护设计规范》(TB10501—98)有关规定而提出。

6.1.1 适宜时间包括两项内容:一是适宜于防护工程的施工,二是对被防护的路基而言;不能兼顾时,以后者为主。

6.1.2 防护构筑物或设施一般不具有或不完全具有自持能力,其稳定性与作用有赖于路基本体的稳定和防护构筑物或设施与路基边坡的密贴结合,故提出本规定以防止发生有害的变形而降低防护效能。

6.2.1 植物防护包括种草或喷播植草(可用土工网格、土工网垫与种草籽或喷播植草相结合)、种其他草本植物和种植灌木等。其成活率指标,对各种植物均要求为90%。

6.2.3 喷护是一种效果好、造价低的防护措施。

6.2.7 本次修订增加了有关土工合成材料作反滤层的施工要求。

6.3.1 本条第1款,施工时基础所在之处可能发生与设计不符的情况,故须核对落实。

6.3.3 补充了石笼搭叠、衔接的要求。

6.3.4 各种坝的施工应按工点设计要求执行。

6.3.5 改河施工,关键是开挖步骤和各项工作的衔接安排,故在这方面提出了要求。通流时进口段的纵坡要求是使河流易于改道。

7.1.1

3 疏干地表水可采取排水、挖沟、井点抽水等措施,处理时应注意防止泥浆污染环境。

7.1.2

2 “临界高度”是指在天然地基上快速填筑路堤的最大高

度，它与地层构造及填土和地层土的物理、力学性质有关，通常用稳定检算确定。

4 “每天水平位移量”，是指用本次观测读数减前次观测读数之差，除以这两次观测之间的时间 t ，再乘以24 h。

7 路堤预留沉降量中，地基的预留沉降量（含初设值和铺轨前的修正值）由设计单位提供，路堤填土（石）的预留沉降量由施工单位按本规范第4.6.2条确定，二者一并加筑。

7.1.4 本条第1款中“较小片石”指比设计要求块径小的片石。

7.1.7

1 套管下端防止稀泥进入管内的措施一般有活门、桩靴、砂栓等。

4 砂井分段打设的目的在于减少人为和自然因素对已成砂井的损坏、污染，并便于开展后续工序。

5 灌砂率是衡量砂井、砂桩施工质量的重要依据，用它可以分析、判断桩长是否足够，桩体是否连续、密实。

7.1.8 本条第10款中补砂的原因，是由于砂袋中的干砂放入井孔被水浸泡后体积缩小，因此产生下沉，故需进行补砂。

7.1.9 本条第1款中打设塑料排水板不得采用锤击法或水冲法施工的原因，主要是由于塑料排水板截面薄弱容易折断和防止泥浆堵塞滤膜。

7.2.1 膨胀土（岩）具有失水收缩开裂、吸水膨胀软化强度降低的特性，是造成路基病害的主要原因。如果防止或减小其含水量变化，则可减少路基病害的发生。本着这一原理，本条中采取了一些保水、防渗的措施来减少施工期间膨胀（岩）土路基病害的产生。

7.2.2 本条第4款中膨胀岩路堤的预留沉降量比一般路堤小，是根据南昆线班方试验工点对中～强膨胀岩路堤作沉降观测的结论。

7.2.3 本条第1款中对黏性较大、含水量较高的膨胀土（岩），因铲运机将其挖入土斗后难以卸出，故需适当晾干后方可进行开

挖。

7.3.1 黄土含有较多的可溶盐，具有大孔构造，受水浸湿后强度降低，易产生土体沉降、边坡溜坍及坍塌；土中粉粒含量高，易被水流冲刷形成边坡冲沟和地下陷穴。故黄土路基施工应从各方面采取措施防止或减少水的危害。

7.3.2

(1) 黄土地区多干旱少雨、气候干燥、土体水分蒸发快。填筑路堤时若铺土、压实作业的时间太长，则难以保持填料的压实含水量，故第 5 款要求填筑路堤应快填、快压。

(2) 黄土的粉粒 ($0.005 \sim 0.05 \text{ mm}$) 含量高，一般约占总质量的 $50\% \sim 60\%$ ，多为粉黏土，其压实特性具有黏土和粉土的特征。当其含水量接近最优含水量时很容易压实，若含水量过小则土粒干硬不易压实，若含水量过大则易产生“液化”，故第 5 款规定要严格控制压实含水量。

(3) 第 7、8、9 款中路堤地基处理的施工要求，主要是参照《湿陷性黄土地基处理》(中国铁道出版社，1992.11) 的有关内容提出的。

7.3.3 深长路堑一般施工时间较长，边坡汇水面积大，施工期间坡面易产生冲沟。为了减小坡面汇水冲刷边坡，故第 1 款规定宜采用分级开挖法施工，先开挖上一级，作好边坡防护和平台水沟后，再开挖下一级。

7.4.1 盐渍土填料允许含盐量见现行《铁路路基设计规范》(TB 10001—99) 及其说明。为确保盐渍土路堤工程质量，避免在晴雨、干湿、冻融等气象条件变化下，产生路基翻浆冒泥、表层松散、局部胀裂或过大沉降变形等病害，故对填料使用与其含水量提出较一般填料更严格的施工控制与检验要求。

7.5.4、7.5.6 本文中所指“寒季、暖季、雨季”应分别按西北、东北地区气象部门提出的资料划分。设置观测点可指导施工，也可为运营阶段病害整治提供资料。

7.7.2 路堤浸水部分的填料，对路堤质量的影响颇大，要比一

般路堤的要求高，故要求严密地作复查分类试验进行控制。

7.7.5 对水下基底要特别慎重对待。经验表明，施工前对地基了解不够和施工控制不严，或采取措施不及时，是造成路堤损坏的主要原因。厦门海堤一段路基大量沉降破坏的教训可资借鉴。上海铁路局所属工务部门存有该段路堤从施工到发生病害及处理情况较系统的文字和多年观测数据资料，可参考。

7.8.1 防止滑坡继续恶化的措施，应由设计与施工配合制定，主要是防止地面水和雨水渗入滑坡体内，或在滑坡上部适当减重、下部加载阻滑；在对滑动面充分了解条件下，还可采用钻孔排水使滑面增加抗滑力的方法。

7.8.2 由于当前对整治滑坡病害的“愈后”情况还未能完全掌握，且有些是采取分期治理的，在后期工程中需查阅前期工程资料，研究对策。故前期施工中的资料是重要的技术档案。

7.8.5 滑坡体内的地下排水建筑物，应在滑坡基本稳定时施工。但滑坡的基本稳定又在很大程度上有赖于疏排地下水，故本条第2款提出应保持排水畅通，采取积极对待、稳步施工的要求。

7.8.6 垂直钻孔排水的施工要求引自《成昆铁路》第二册，仰斜钻孔排水根据铁道科学研究院西北研究所的资料编写提出。

7.9.3 大的和有水的错落地段有可能转化为滑坡，故应比照滑坡的有关要求执行。

7.9.4 防落石通常不仅设置一、二道防线，也可采用多种形式并举的措施，总之各项设施须相互配合才能可靠地发挥作用。在这种场合施工尤须严密监视，步步为营，以策安全。

7.10.3 本条仅适用于设计图中未标明及未提出处理办法的干小溶洞，一般指其洞身的平均直径或宽度不大于1.5m，且洞深（路基面或边坡、堑顶地面下的深度）不大于3.0m的溶洞。

7.10.4 路堤基底的和位于堑底下不深但未出露的溶洞，直接关系到路基的稳定和行车安全，均需经设计部门详细勘探查明，对堑底下的还须进行其顶板强度检算，采取相应处理措施。

7.10.5 加强临时支撑和对坑道内有害气体的检查排除，可按照

现行《铁路隧道施工规范》(TB 10204)的有关规定执行。第1款中所指有害气体包括有毒的、能使人窒息的以及易燃、可爆的气体。

7.11.3 风沙地区路基是按综合治理原则采取工程措施的,故对施工的要求着重于各项设施的施工步骤和与路基本体工程的配合,以及保护地面、防范灾害等。

7.11.4~7.11.7 条文中仅列出固沙、阻沙各项具体措施的施工要求。永久性植物固沙的施工,应按设计文件中提出的有关规定执行。

8.1.1 在旱季,岩、土体的含水量较小,强度较高,开挖基坑时边坡的稳定性容易得到保证,故地质条件较差或有水地段的挡土墙,在旱季施工比雨季安全。集中力量,分段施工的目的在于加快施工速度,减少基坑和临时边坡的暴露时间。

8.1.3 本条规定是为了防止地表水流入或渗入施工场地,使岩、土体软化,降低地基的承载力和边坡的稳定性。

8.1.5 挡土墙施工一般是在岩、土体暂时稳定或不宜暴露过久的工作面上进行,故要求连续作业,尽快使坡体达到设计要求的稳定状态。

8.1.6 本条规定是为保持墙的整体性,并防止地表水流入墙背造成危害。

8.1.7 “必要时”是指挡土墙基础深于邻接建筑物的基底,或开挖中对既有建筑物本体、填充物或其背后的坡体有可能产生扰动时。

8.1.10 表8.1.10是根据现行《铁路路基工程质量检验评定标准》(TB 10414—98)中有关标准重新编制的。

8.2.1 本条第3款的要求是为了防止雨水渗入,使岩、土软化,降低地基的承载力。

8.3.2 墙背填土,尤其是下墙背填土的密实度,对墙的受力状况影响甚大,故要求施工中必须严格控制其压实密度。

8.3.3 就地灌注卸荷板有利于保证其位置的准确性和与上、下

墙密贴、牢固地连接。

8.3.4 卸荷板底面必须与下墙顶面和墙背填土严密贴合，否则就会对板和墙的受力状况产生不利的影响。

8.4.1 凸榫挖基必须保证设计尺寸，不得用土和石碴填铺，并应与灌注底板混凝土一同满坑灌注，以确保二者连成一体。

8.4.3 这种挡土墙一般应按沉降缝（或伸缩缝）分段施工。由于墙体断面一般很窄、钢筋密集，灌注混凝土时出现工作缝不好处理，故要求每段墙一次绑完钢筋、一次灌注混凝土。

8.5.2 锚杆挡土墙应自上往下分级施工，这不仅可以避免上、下施工的干扰，施工较为方便，而且随挖、随锚、随挡，施工较为安全。

8.6.5 条文中给出的这些措施主要是为了避免压路机损坏拉杆的防护层和使拉杆松弛，并防止挤动锚定板。

8.7.2 墙面预设仰斜坡的大小，应视填料和拉筋的材质及拉筋与墙面板的连接方式综合确定；一般约为 $1:0.02 \sim 1:0.05$ 。

8.7.5 本条规定是防止拉筋松弛，减小墙板外移。

8.8.3 土钉墙采用从上至下分层开挖、分层锚固、分层护面的施工方法，是为了把坡体的土压力逐渐转移给各排土钉支承，避免土压力向下积累增大，使坡脚土体产生剪切破坏而产生边坡坍塌。

8.8.4 当分层开挖至边坡中、下部时，由于土压力较大易产生边坡坍塌，宜适当降低分层高度并加快锚、护速度。

8.9.1 滑面位置是计算滑坡推力、确定桩体结构的主要依据，故应在施工中加以核实。

8.9.3 本条第6款的要求是模仿水坝截流“锁口”的方法，逐渐抑制滑坡滑动的巨大惯性力，以减小其对桩的危害。

8.9.4 本条第3款要求桩体灌注混凝土必须连续进行，是为了避免出现较弱的施工缝，保证混凝土的整体性和强度，并加快施工速度。

8.10.1 “护壁表面不应凿毛”是针对第 8.9.4 条第 1 款的变

更。

8.10.2 挡土板的吊装孔，吊装后不需封闭，可留作墙的排水孔。

8.11.1 本条第4款，锚索的永久性防护涂料必须具有以下性能：

- (1) 对钢绞线具有防腐蚀作用；
- (2) 对钢绞线有牢固的粘结性，钢绞线受力时能同步变形，不脱壳、不开裂；
- (3) 在水泥砂浆的碱性作用下不降低其耐久性；
- (4) 便于涂敷操作。

9.1.3 为促进机械综合生产率和经济效益而提出，为此，须有周密的施工组织安排与生产调度指挥，并加强管理。

9.1.5 根据挖掘机械压力特点，本条是为防止机械下沉、发生事故、保持正常作业而提出。

9.1.6 本条是为保证机械技术性能及正常运转而提出。

9.2.2 本条第1款中最大挖掘高（深）度一般指其产品技术说明书中所列。

9.2.3 本条是挖掘机开挖路堑施工作业方法的指导性条文。斗柄伸出的安全、经济长度宜在施工中通过试挖确定。

9.4.1 “沼地推土机”是装有特殊形式履带，能在软土、沼泽运行的推土机。

9.4.3 铲松土的坡道过陡会因落刀过深加大阻力，降低效率。第7款是为施工安全提出。

9.5.1 作填方时对土中石块的块度限制，是为了防止影响压实。

9.5.2 根据铲运机的机体长度，在较短的工作面上使用不合理、不经济；最小的施工路基长度100 m是考虑一般不应小于60 m，另加40 m回转余地。铲运机的适当运距：拖式 100～700 m，自行式 700～1 500 m。

9.5.3 拖式、自行式铲运机多台机械联合作业时，应考虑前、后、左、右，上坡、下坡的安全距离。

铲运机施工时总是要转弯、掉头的，为避免机械在曲线段偏

于一侧磨损，使其运行道保持良好的状态，要求经常调换其运行方向。

9.5.4 下坡铲土坡度综合考虑分为一般及最陡的坡度。铲运机总是要侧面铲土，应考虑边线距离及土层堆积。

9.5.6 鉴于运土道条件对铲运机施工的生产率和安全均有很大影响，故分项提出要求。

由于新型大容量铲运机的通过要求提高，工作安全必须保证。故对单道、双道宽度提出新的要求。

9.6.1 鉴于现行规范对填料、弃土的要求都提高了，且机械施工已发展采用了较大容量的汽车而使运输效率有所提高；故不必再提出运距的上限，而只推荐其下限值为1 km，以与拖式铲运机适当运距的上限相接应。对铲斗与车斗容量的配套要求，是为发挥机械的综合效能；车斗容量不小于铲斗容量的两倍，是按现实可能情况提出的最低要求，倍数大些更好。

9.6.4 汽车自卸车在卸土前应观察周围、上空有无影响车辆安全等因素；卸土时要求车辆停稳，禁止边卸土边行驶，以防损坏机械，加速机械磨损，甚至挂坏上空各种电线造成严重损失。

卸土排列均匀是为了铺散、压实后使填层获得较均匀的密度。

9.8.1~9.8.4 平地机过去在铁路路基工程中尚少使用，但随着机械化施工的发展而增多。由于其机体较大，迁移不甚灵活，且须按不同的工作目的调换、调整其工作部件；故本节针对上述特点，在施工安排、机组配套使用与作业方式方法上分别提出要求，以使其工作符合本规范有关质量要求，并安全、高效率地施工。本条所列内容按《土方机械司机》(中国铁道出版社，1991年)和《机械电力设备安全技术操作规程》(中国铁路工程总公司，1991年)的要求提出。

9.9.3

4 斜向进退碾压法是将压路机的走向与边线成约45°的交角，走行至前轮外端1/4轮宽悬空后即行后退，如此反复进退碾

压至与已压实的填层等高为止；车下应设专人指挥进退，防止覆车。

5 本款不适用于分层铺设土工合成材料分层压实的路堤。

10.1.1 本条所提原则性要求是评价爆破工作质量、效果的主要依据。

10.1.2 极限抗压强度是爆破施工岩石分类的主要因素，但不是唯一因素。分类划分强度参数值是按现行《铁路工程地质勘察规范》(TB10012—2001)中的“岩土施工工程分级表”确定的。

10.1.3 为了避免使用不合格的爆破材料而引起拒爆或早爆事故，根据1984年颁布的《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》制订本条。

10.1.4 本条规定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。

10.1.5 2号岩石硝铵炸药的爆破力、猛度参数值以产品标准所列数据为准。

10.2.1 原施工规范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严格的规定，仅凭经验进行，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。

10.2.2 台阶法炮孔爆破采用倾斜炮孔的优点：起爆后的破裂角较大；生产一部分向上分力，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。

10.2.3 从试验得知采用斜孔的超钻深度可取 $0.3W$ ，对垂直孔则取 $0.35W \sim 0.4W$ 。

10.2.4 炮孔底部受夹制作用最大，愈向上愈小，故装药量底部、柱部不同。在采用同类炸药时，柱部炮孔装药集中度为底部

一段装药集中度的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。在一些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。

10.3.1 本条为光面爆破、预裂爆破适用的范围，但目前光面爆破应用更为广泛。

10.3.2 在光面爆破中应尽量按本条要求选用爆破器材。

10.3.3 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；其底部必须加强装药。

10.3.6 预留光爆层实施光面爆破，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。

10.3.7 通常用这些条件做为衡量光面、预裂爆破效果的标准。

(京)新登字 063 号

**中华人民共和国行业标准
铁路路基施工规范
TB 10202—2002
J 161—2002**

*

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)
中国铁道出版社印刷厂印

开本: 850 mm×1 168 mm 1/32 印张: 3.625 字数: 90 千字

1987 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月第 2 版

2002 年 6 月第 3 版 2002 年 6 月第 7 次印刷

印数: 41 001~71 000 册

统一书号: 15113·1683 定价: 12.40 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。