

中华人民共和国行业标准

铁路路基设计规范

Code for design on subgrade of railway

TB 10001—99

主编单位：铁道部第一勘测设计院

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：1999年9月1日

关于发布《铁路路基设计规范》等 4 个铁路工程建设标准的通知

铁建设函〔1999〕157 号

《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)、《铁路隧道设计规范》(TB 10003—99)、《铁路工程水文勘测设计规范》(TB 10017—99)和《铁路驼峰及调车场设计规范》(TB 10062—99)4 个标准,经审查现批准发布,自 1999 年 9 月 1 日起施行。原《铁路路基设计规范》(TBJ1—85)、《铁路隧道设计规范》(TBJ3—85)(含 1996 年局部修订版)和《铁路桥渡勘测设计规范》(TBJ17—86)3 个标准同时废止。

《铁路隧道设计规范》(TB 10003—99)中的围岩分级,采用了国家标准的分级排序,与原规范的围岩分类排序相反。《铁路工程地质技术规范》、《铁路隧道施工规范》及隧道衬砌标准设计图未修订发布之前,各单位在提供地质资料、设计文件和使用标准设计图及施工过程中要注意新发布的围岩分级与原围岩分类的对应关系,避免发生错误。

以上标准由部建设管理司负责解释,由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
一九九九年五月十六日

前 言

本规范是根据铁道部铁建函〔1997〕54 号文的要求,在《铁路路基设计规范》(TBJ 1—85,含 1996 年局部修订版)的基础上修订而成。

本规范内容包括总则、术语、路肩高程、路基面形状和宽度、基床、路堤、路堑、路基排水、路基防护和改建与增建第二线路基共 10 章,并有列车和轨道荷载换算土柱高度及分布宽度、路基工程混凝土与砌体强度等级及适用范围、填料分类和铁路用地等附录。

本规范主要修订内容有:

(1)修订了“直线地段路基面宽度”表、“曲线地段路基面加宽值”表和“列车和轨道荷载换算土柱高度及分布宽度”表;

(2)删除了有关特殊路基和路基支挡结构物的有关设计内容,将其纳入相关三层次规范;

(3)修订了路基面形状以及 I 级干线路肩宽度标准;

(4)修订了路基基床结构、填料及压实度标准;

- (5) 新增了光面、预裂爆破技术和软弱松散岩质路堑边坡加固技术的有关设计原则和规定;
- (6) 新增了土工合成材料、轻型防护结构等新材料、新技术在基床加固、路基排水以及坡面防护等方面的应用原则和标准;
- (7) 新增了“滨海路基”等特殊条件下路肩高程设计标准;
- (8) 修订了“路基工程混凝土与砌体强度等级及适用范围”表;
- (9) 修订了改建与增建第二线路基和铁路用地有关标准。

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,请及时将意见和资料寄交铁道部第一勘测设计院(兰州市和政路 75 号,邮政编码:730000),并抄送铁路工程技术标准所(北京市朝阳区门外大街 227 号,邮政编码:100020),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:铁道部第一勘测设计院。

本规范主要起草人:包黎明、李善皋、朱群芳、龙锦永、赵厚生、胡焕民。

1 总 则

- 1.0.1** 为统一铁路路基设计技术标准,使路基设计符合安全适用、技术先进、经济合理的要求,制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于最高行车速度 140km/h,标准轨距新建及改建 I、II、III 级铁路的路基工程设计。
- 1.0.3** 铁路路基是铁路工程的重要组成部分,是承受轨道和列车荷载的基础。路基工程作为土工结构物,必须具有足够的强度、稳定性和耐久性,使之能抵抗各种自然因素作用的影响。
- 1.0.4** 铁路列车竖向活载必须采用中华人民共和国铁路标准活载,一般不计冲击力、离心力、制动力和摇摆力作用。轨道和列车荷载用换算土柱来代替,换算土柱高度及分布宽度应符合本规范附录 A 的规定。
- 1.0.5** 路基工程使用的混凝土、石料及其砌筑用水泥砂浆的最低强度等级及适用范围,应符合本规范附录 B 的规定。
- 1.0.6** 路基工程设计应推广采用新技术、新结构、新材料和新工艺,推行机械化施工方法。
- 1.0.7** 路基病害整治应遵循以防为主,防治结合,彻底整治,不留后患的原则,采取合理的整治方案和有效的工程措施。
- 1.0.8** 路基设计应符合环境保护的要求,尽量减少破坏天然植被和山体平衡,在狭窄的河谷地段不应侵占河床。在地形陡峻地段、不良地质地段和狭窄的河谷地段,可视具体情况设置挡护工程。
- 1.0.9** 研究路基重点工程方案时,应从设计、施工、运营等方面作全面考虑,并以综合经济效益和社会效益为目标,通过技术经济比选确定。
- 路基设计应避免高堤深堑,并应与桥、隧等建筑物作比较。
- 1.0.10** 路基土石方调配,应移挖作填,减少施工方,节约用地。
- 1.0.11** 路基工程应做好排水设计,确保排水通畅。
- 1.0.12** 区间路基每隔 500 m 左右应设置养路机械作业平台一处。单线铁路可在一侧或两侧交错设置,双线铁路两侧均应设置。
- 1.0.13** 岩石路堑可预留电缆沟槽;土质路基的路肩和边坡不应设置电缆沟槽,困难情况下必须设置时,应采取适当措施,并及时回填夯实,确保路基的完整和稳定。在路基上设置其他杆架、管线等设备时,也必须采取有效措施,保证路基的完整和稳定。
- 1.0.14** 区间路基用地设计,应按本规范附录 D 的有关规定执行。
- 1.0.15** 铁路路基设计除应符合本规范规定外,尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术 语

2.0.1 路基 subgrade

经开挖和填筑而形成的直接支承轨道的基础结构。

2.0.2 路堤 embankment

在原地面上,用土、石填筑的路基。

2.0.3 路堑 cutting

自原地面向下开挖的路基。

2.0.4 基床 subgrade bed

路基上部承受轨道、列车动力作用,并受水文气候变化影响而规定的一定深度。基床有表层与底层之分。

2.0.5 路肩高程 formation level (F.L.)

路肩外缘的高程,有路肩设计高程和路肩施工高程之分。

2.0.6 压实系数 compacting factor

填土压实后的干密度与击实试验得出的最大干密度的比值。

2.0.7 地基系数 subgrade reaction coefficient

由平板荷载试验测得的荷载强度与其相应下沉量的比值。

2.0.8 土工合成材料 geosynthetics

应用于岩土工程的合成材料产品的总称。

2.0.9 最优含水量 optimum moisture content

相应于最大干密度时土体的含水量。

2.0.10 边坡稳定安全系数 stability factor of slope

边坡稳定性分析中,土体沿某一滑动面的抗滑力(矩)和滑动力(矩)之比值。

3 路肩高程

3.0.1 路肩高程受洪水位或潮水位控制时,应根据下列规定确定设计洪水频率或重现期,以计算其设计水位。

1 设计洪水频率标准:Ⅰ、Ⅱ级铁路为1/100,Ⅲ级铁路为1/50。

若观测洪水(含调查洪水)频率小于上述设计洪水频率时,应按观测洪水频率设计。但当观测洪水频率小于下列频率时,应按下列频率设计:Ⅰ、Ⅱ级铁路为1/300,Ⅲ级铁路为1/100。

2 在淤积严重或有特殊要求的水库地段,应在初步设计中拟定洪水频率标准。

3 改建既有线与增建第二线的洪水频率,应根据多年运营和水害情况在初步设计时确定。

4 滨海路堤的设计潮水位,Ⅰ、Ⅱ级铁路采用重现期为100年一遇的高潮位,Ⅲ级铁路采用重现期为50年一遇的高潮位。如滨海路堤兼做水运码头时,尚应按水运码头设计要求确定设计最低潮位。

3.0.2 滨河、河滩路堤的路肩高程应高出设计水位加壅水高(包括河道卡口或建筑物造成的壅水,河湾水面超高)加波浪侵袭高或斜水流局部冲高,加河床淤积影响高度,再加0.5 m。其中波浪侵袭高与斜水流局部冲高应取二者中之大值。

3.0.3 水库路基的路肩高程,应高出设计水位加波浪侵袭高加壅水高(包括水库回水及边岸壅水),再加0.5 m。当按规定洪水频率计算的设计水位低于水库正常高水位时,应采用水库正常高水位作为设计水位。

3.0.4 未设防浪胸墙的滨海路堤,其路肩高程应高出设计高潮水位加波浪侵袭高(波浪爬高)加不小于0.5 m的安全高度;当路堤顶设有防浪胸墙时,路肩高程应高出设计高潮水位以上不小于0.5 m。

3.0.5 地下水水位和地面积水水位较高地段的路基,其路肩高程应高出最高地下水水位或最高地面积水水位加毛细水强烈上升高度,再加0.5 m。

3.0.6 季节冻土地区路基的路肩高程应高出冻前地下水水位或冻前地面积水水位,加毛细水强烈上升高度加有害冻胀深度,再加0.5 m。

3.0.7 盐渍土路基的路肩高程应高出最高地下水水位或最高地面积水水位,加毛细水强烈上升高度加蒸发强烈影响深度,再加0.5 m。

当盐渍土路基有季节性冻害时,应按本规范第3.0.6条和本条的规定分别计算路肩高程,取二者中之大值。

3.0.8 当路基采取降低水位、设置毛细水隔断层等措施时,路肩高程可不受本规范第 3.0.5 条、第 3.0.6 条和第 3.0.7 条规定的限制。

4 路基面形状和宽度

4.1 路基面形状

4.1.1 路基面应根据基床土质设路拱或做成平面。其形状应符合下列规定:

1 非渗水土和用封闭层处理的路基面应设路拱。路拱形状为三角形,单线路基的路拱高 0.15 m,一次修筑双线路基的路拱高 0.2 m,底宽等于路基面宽度。曲线加宽时,仍保持三角形。

2 渗水土和岩石(年平均降水量大于 400 mm 地区的易风化泥质岩石除外)的路基面均为平面。其路肩应高于非渗水土路基的路肩,高出尺寸 Δh 按式(4.1.1)计算。

$$\Delta h = (h_1 - h_1') + \Delta \quad (4.1.1)$$

式中 h_1 ——非渗水土路基的道床厚度(m);

h_1' ——渗水土路基的道床厚度(m);

Δ ——轨下路拱高度(m)。

4.1.2 渗水土、岩石路基与非渗水土路基连接时,路基面应以渗水土由非渗水土路基的路肩高程向渗水土路肩施工高程顺坡,其长度不应小于 10m。

4.2 路基面宽度

4.2.1 区间路基面宽度应根据铁路等级、正线数目、线间距、远期采用的轨道类型、路基面形状、曲线加宽、路肩宽度等由计算确定。

路肩宽度:I 级铁路,一般情况下,路堤不应小于 0.8 m,路堑不应小于 0.6 m,困难条件下,路堤不得小于 0.6 m,路堑不得小于 0.4 m;II 级铁路的路堤不得小于 0.6 m,路堑不得小于 0.4 m;III 级铁路的路堤和路堑均不得小于 0.4 m。

直线地段的路基面宽度,应按表 4.2.1 采用。

表 4.2.1 直线地段路基面宽度(m)

铁路等级	轨道类型	单 线						双 线					
		非渗水土			渗水土、岩石			非渗水土			渗水土、岩石		
		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度	
			路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑
I 级	特重型	0.50	7.5	7.1	0.35	6.6	6.2	0.50	11.6	11.2	0.35	10.6	10.2
	重 型	0.50	7.5	7.1	0.35	6.6	6.2	0.50	11.6	11.2	0.35	10.6	10.2
	次重型	0.45	7.1	6.7	0.30	6.3	5.9	0.45	11.3	10.9	0.30	10.3	9.9
II 级	次重型	0.45	6.7	6.3	0.30	5.9	5.5	—	—	—	—	—	—
	中 型	0.40	6.5	6.1	0.30	5.9	5.5	—	—	—	—	—	—

续表 4.2.1

铁路等级	轨道类型	单 线						双 线					
		非渗水土			渗水土、岩石			非渗水土			渗水土、岩石		
		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度	
			路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑
Ⅱ级	中 型	0.40	6.2	6.2	0.30	5.5	5.5	—	—	—	—	—	—
	轻 型	0.35	5.6	5.6	0.25	5.0	5.0	—	—	—	—	—	—

注:1 表中宽度值系按非无缝线路道床顶宽计算,当铺设无缝线路时,特重型与重型轨道路基面宽度均应增加 0.2 m,次重型轨道路基面宽度均应增加 0.3 m;

2 困难条件下,当路肩宽度为路堤 0.6 m、路堑 0.4 m 时,Ⅰ级铁路路基面宽度可减小 0.4 m;

3 单线路堑自线路中心沿轨枕底面水平至路堑边坡的距离,一边不应小于 3.5 m(曲线地段系指曲线外侧);双线路堑两边均不应小于 3.5 m;

4 表中的非渗水土是指黏性土(填料中的细粒土)、粉砂(填料中的黏砂、粉砂)以及黏性土含量大于等于 15% 的碎石类土、砂类土(填料中的岩块和粗粒土,但粗粒土中黏砂、粉砂除外);

5 年平均降水量大于 400 mm 地区的易风化泥质岩石,可按非渗水土一栏考虑。

4.2.2 区间单线曲线地段的路基面宽度,应在曲线外侧按表 4.2.2 的数值加宽,加宽值在缓和曲线范围内线性递减。

表 4.2.2 曲线地段路基面加宽值 (m)

铁路等级	曲线半径 R	路基面外侧加宽值
Ⅰ级 Ⅱ级	$R \leq 800$	0.5
	$800 < R \leq 1\,000$	0.4
	$1\,000 < R \leq 1\,600$	0.3
	$1\,600 < R \leq 6\,000$	0.2
	$6\,000 < R \leq 10\,000$	0.1
Ⅱ级	$R \leq 600$	0.5
	$600 < R \leq 800$	0.4
	$8\,00 < R \leq 1\,000$	0.3
	$1\,000 < R \leq 2\,000$	0.2
	$2\,000 < R \leq 5\,000$	0.1

区间双线曲线地段的路基面加宽值,应根据线间距、外轨超高、道床宽度及其坡度、路拱形状等计算确定。

5 基 床

5.1 基床结构

5.1.1 路基基床应分为表层及底层,其厚度应符合表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 基床表层及底层厚度 (m)

铁 路 等 级		I 级	II 级	III 级
层 位	表 层	0.6	0.5	0.4
	底 层	1.9	1.5	1.1

注:基床厚度以路肩施工高程为计算起点。

5.1.2 路堤基床为渗水土而其下部为非渗水土时,非渗水土层顶面应设 4% 横向排水坡。路堑基床表层换填渗水土时,其底层顶面应设 4% 横向排水坡。

5.1.3 陡坡地段的半填半挖路基,路基面以下 1 m 基床范围内应予以挖除换填,填料应符合基床土的要求。挖方顶面应设 4% 的向外排水坡。

5.2 路堤基床

5.2.1 基床表层填料的选用应符合下列要求:

1 应优先选用 A 组填料(填料组别见本规范第 6.1.1 条),其次为 B 组填料,但颗粒粒径不得大于 150 mm。

2 当选用 B 组填料中的砂黏土时,在年平均降水量大于 500 mm 地区,其塑性指数不得大于 12,液限不得大于 32%。

3 当不得不使用 C 组填料中的细粒土含量大于 30% 的卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土和细粒土中的粉土、粉黏土时,在年平均降水量大于 500 mm 地区,其塑性指数不得大于 12,液限不得大于 32%。

4 对不符合上述要求的填料,应采取土质改良措施。

5 严禁使用 D、E 组填料作为基床表层填料。

5.2.2 基床底层的填料可选用 A、B、C 组填料。当不得不使用 D 组填料时,必须采取加固或改良措施。

5.2.3 基床土的压实度,对细粒土和黏砂、粉砂应采用压实系数或地基系数作为控制指标;对粗粒土(黏砂、粉砂除外)应采用相对密度或地基系数作为控制指标;对碎石类土和块石类混合料应采用地基系数作为控制指标。其值不应小于表 5.2.3 的规定值。

表 5.2.3 基床土的压实度

层位	填料类别 铁路等级	细粒土和 黏砂、粉砂		细砂、中砂、 粗砂、砾砂	砾石类	碎石类	块石类 混合料
	压 实 指 标	I、II 级	III 级	I、II、III 级			
表 层	压实系数 K_h	0.91	0.91	—	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/cm)	0.9	0.9	1.0	1.2	1.2	—
	相对密度 D_r	—	—	0.75	0.75	—	—

续表 5.2.3

层位	填料类别	细粒土和 黏砂、粉砂		细砂、中砂、 粗砂、砾砂	砾石类	碎石类	块石类 混合料
	铁路等级	I、Ⅰ级	Ⅱ级	I、Ⅰ、Ⅱ级			
底层	压实指标						
	压实系数 K_h	0.89	0.86	—	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/cm)	0.8	0.7	0.8	1.0	1.0	1.2
	相对密度 D_r	—	—	0.7	0.7	—	—

注：1 K_h 为重型击实试验的压实系数；

2 K_{30} 为 30 cm 直径荷载板试验得出的地基系数，一般取下沉量为 0.125 cm 的荷载强度。

5.2.4 高度小于基床厚度的低路堤，基床表层厚度范围内天然地基的土质及其密度应符合本规范第 5.2.1 条和第 5.2.3 条的规定。基床底层厚度范围内天然地基为冲积细粒土时，其静力触探比贯入阻力 P_s 值不得小于 1 MPa。

5.3 路堑基床

5.3.1 基床表层土，在年平均降水量大于 500 mm 地区，当为易风化的泥质岩石和塑性指数大于 12、液限大于 32% 的黏性土时，应采取换填或土质改良等措施。

5.3.2 基床表层土的压实度不应小于本规范表 5.2.3 的规定值，否则应采取压实措施。

5.3.3 基床底层为软弱土层时，其静力触探比贯入阻力 P_s 值不得小于 1 MPa。

5.4 基床加固措施

5.4.1 基床加固应根据土质及其密度、降水量、地下水类型及其埋藏深度、加固材料来源等，经比选采用适宜的加固措施。

5.4.2 基床加固措施的选用应符合下列要求：

1 就地碾压——路堑基床表层和低路堤基床表层范围内天然地基土的密度不能满足本规范表 5.2.3 的规定时，可采用重型碾压机械进行碾压。

2 换土或土质改良——当基床土不能满足本规范第 5.2.1 条、第 5.2.2 条和第 5.3.1 条的规定时，可采用换土或在土中加入石灰、水泥、砂、炉渣等掺和料的土质改良措施。

3 加强排水——当基床土受水影响时，应增设地面或地下排水设备，拦截、引排或降低、疏干基床范围内的水。

4 设置土工合成材料——当降水量大，同时基床土为亲水性强的填料时，可在路基面铺设不透水的土工膜或复合土工膜；当水源为地下水时，可在路基面铺设透水的无纺土工织物；当基床土为软弱土层时，可在基床表层铺设土工格室。

5 综合措施——当并存的诸因素均可诱发基床病害时，可采用上述措施的组合。

6 路 堤

6.1 填 料

6.1.1 路堤填料根据土石的颗粒组成、颗粒形状、塑性指数及液限等，应分为岩块、粗粒土和细粒土三

大类,见本规范附录 C。按填料的性质及适用性,可分为下列五组:

A 组——优质填料。包括硬块石,级配良好和细粒土含量小于 15% 的漂石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土、砾砂、粗砂、中砂。

B 组——良好填料。包括不易风化的软块石(胶结物为硅质或钙质),级配不良的漂石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土、砾砂、粗砂、中砂,细粒土含量在 15%~30% 的漂石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土和细砂、黏砂、砂粉土、砂黏土。

C 组——一般填料。包括易风化的软块石(胶结物为泥质),细粒土含量在 30% 以上的漂石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土和粉砂、粉土、粉黏土。

D 组——不宜使用的差质填料。包括强风化及全风化的软块石、黏粉土和黏土。

E 组——严禁使用的劣质填料。包括有机土。

6.1.2 路堤基床以下部位填料,宜选用 A、B、C 组填料。当选用 D 组填料时,应采取加固或改良措施。

6.1.3 路堤浸水部位的填料,宜选用渗水土填料。当采用细砂、粉砂作填料时,应采取防止振动液化的措施。

6.1.4 使用不同填料填筑路堤时,应分层填筑,每一水平层全宽应以同一种填料填筑。当渗水土填在非渗水土上时,非渗水土层顶面应向两侧设 4% 的人字横坡;非渗水土填在渗水土上时,接触面可为平面;当上下两层填料的颗粒大小相差悬殊时,应在分界面上铺设垫层。

当分层填筑有困难时,宜将渗水性弱的土壤在堤心部分,两侧填筑渗水性强的土。

6.2 压 实 度

6.2.1 基床以下部位填料的压实度,对细粒土和粗粒土中的黏砂、粉砂,应采用压实系数或地基系数作为控制指标;对粗粒土(黏砂、粉砂除外),应采用相对密度或地基系数作为控制指标;对碎石类土和块石类混合料,应采用地基系数作为控制指标。其值不应小于表 6.2.1 的规定值。

表 6.2.1 基床以下部位填料的压实度

填筑部位	压实指标	铁路等级		细粒土和黏砂、粉砂	细砂、中砂、粗砂、砾砂	砾石类	碎石类	块石类混合料
		I、II 级	III 级	I、II 级	III 级	I、II、III 级	I、II、III 级	I、II、III 级
不浸水部分	压实系数 K_h	0.86	0.81	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/cm)	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0	1.0
	相对密度 D_r	—	—	0.65	0.65	—	—	—
浸水部分及桥涵缺口	压实系数 K_h	0.89	0.86	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30} (MPa/cm)	0.8	0.7	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2
	相对密度 D_r	—	—	0.7	0.7	—	—	—

注:1 在年平均降水量小于 400 mm 地区,压实系数可按表列数值减小 0.05;

2 桥梁缺口指桥台背后上方长度不小于桥台高度加 2 m 的范围,涵洞缺口指涵洞两侧每边不小于涵洞孔径 2 倍的范围。

6.2.2 施工控制含水量的范围,应根据填料性质、要求的压实度和机械压实能力综合确定。细粒土和粗粒土中黏砂、粉砂填筑时的含水量应接近最优含水量,当含水量过高或过低时,可采取疏干晾晒或加水湿润等措施。

6.2.3 路堤边坡高度大于 20 m 时,应根据填料、边坡高度等加宽路基面,其每侧加宽值 Δb 应按式(6.2.3)计算。

$$\Delta b = c \cdot h \cdot m \quad (6.2.3)$$

式中 c ——沉降比,细粒土约为 0.01~0.02,粗粒土约为 0.005~0.015,硬块石约为 0.005~0.01,软块石约为 0.015~0.025;
 h ——路堤边坡高度(m);
 m ——道床边坡坡率,特重型、重型、次重型及中型轨道 $m=1.75$,轻型轨道 $m=1.5$ 。

6.3 边坡形式和坡度

6.3.1 路堤边坡形式和坡度应根据填料的物理力学性质、边坡高度、列车荷载和地基工程地质条件等确定。

当地基条件良好,边坡高度不大于表 6.3.1 范围时,其边坡形式和坡度应按表 6.3.1 采用。

表 6.3.1 路堤边坡形式和坡度

填 料 类 别	边坡高度 (m)			边 坡 坡 度			边坡形式
	全部高度	上部高度	下部高度	全部坡度	上部坡度	下部坡度	
细 粒 土	20	8	12	—	1:1.5	1:1.75	折线型
粗粒土(细砂、粉砂、黏砂除外)、碎石土、卵石土、漂石土	20	12	8	—	1:1.5	1:1.75	折线型
硬 块 石	8	—	—	1:1.3	—	—	直线型
	20	—	—	1:1.5	—	—	直线型

注:1 如有可靠资料和经验时,可不受本表限制;

2 填料用粒径大于 25 cm 的不易风化的块石、边坡干砌时,其边坡坡度宜根据具体情况确定;

3 填料为易风化的软块石时,其边坡坡度应按风化后土质边坡设计。

6.3.2 路堤边坡高度大于表 6.3.1 所列的数值时,其超出的下部边坡形式和坡度,应根据填料的性质由稳定分析计算确定,最小稳定安全系数应为 1.15~1.25,边坡形式宜用阶梯型。

6.3.3 路堤坡脚外应设置不小于 2 m 宽的天然护道。在经济作物区高产田地,当能保证路堤稳定时,可设宽度不小于 1 m 的人工护道或设坡脚墙。

6.4 地基表层处理

6.4.1 稳定斜坡上地基表层的处理,应符合下列要求:

1 地面横坡缓于 1:10 时,路堤可直接填筑在天然地面上。但路堤高度小于基床厚度的地段,应清除地表草皮。

2 地面横坡为 1:10~1:5 时,应清除草皮。

3 地面横坡为 1:5~1:2.5 时,原地面应挖台阶,台阶宽度不应小于 1 m。当基岩面上的覆盖层较薄时,宜先清除覆盖层再挖台阶。当覆盖层较厚且稳定时,可予保留,即在原地面挖台阶后填筑路堤。

6.4.2 地面横坡陡于 1:2.5 地段的陡坡路堤,必须检算路堤整体沿基底及基底下软弱层滑动的稳定性,抗滑稳定安全系数不得小于 1.25。否则应采取改善基底条件或设置支挡结构物等防滑措施。

陡坡路堤靠山侧应设排水设备,并采取防渗加固措施。

6.4.3 基底有地下水影响路堤稳定时,应采取拦截引排至基底范围以外或在路堤底部填筑渗水填料等措施。

6.4.4 地基表层为松散土层,其天然密度小于本规范表 6.2.1 的规定值时,若松土厚度不大于 0.3 m,应将原地表碾压密实;若松土厚度大于 0.3 m,应将松土翻挖,分层回填压实或采取其他地基加固措施,

碾压后的密度应满足本规范表 6.2.1 的规定。

6.4.5 地基表层为软弱土层,其标准贯入锤击数 N 值小于 4 或静力触探比贯入阻力 P_s 小于 1MPa 时,应根据软弱土层的性质、厚度、含水量、地表积水深度等,采取排水疏干、挖除换填、抛填片石或填砂砾石等地基加固措施。

6.5 取土坑设置

6.5.1 取土坑的设置,应根据各地段所需取土数量,并结合路基排水、地形、土质、施工方法、节约用地等,作出统一规划。

6.5.2 取土坑设置应符合下列规定:

1 地形平坦地段,宜设在路堤一侧。当地面横坡陡于 1:10 时,宜设在路堤上侧。

2 桥头河滩路堤,取土坑必须设在下游侧。

3 兼作排水的取土坑,应确保水流通畅排出。其深度不宜超过该地区地下水水位并应与桥涵进口高程相衔接;其纵坡不应小于 2‰,平坦地段亦不应小于 1‰。

4 当取土坑较深时,坡脚至取土坑距离应保证路堤边坡稳定,取土坑内侧壁应适当防护。

6.5.3 良田地段,当路堤填方数量大而集中,且地下水水位较高时,可远运或集中取土。

7 路 堑

7.1 土质路堑

7.1.1 土质路堑边坡形式及坡度应根据工程地质水文地质条件、土的性质、边坡高度、排水措施、施工方法,并结合自然稳定山坡和人工边坡的调查及力学分析综合确定。

边坡高度不大于 20m 时,边坡坡度可按表 7.1.1 设计。

表 7.1.1 土质路堑边坡坡度

土 的 类 别		边 坡 坡 度
黏土、粉质黏土、塑性指数大于 3 的粉土		1:1~1:1.5
中密以上的中砂、粗砂、砾砂		1:1.5~1:1.75
卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土	胶结和密实	1:0.5~1:1
	中 密	1:1~1:1.5

注:1 黄土、膨胀土等特殊土路堑边坡形式及坡度应按《铁路特殊路基设计规范》有关规定执行;

2 有可靠的资料和经验时,可不受本表限制。

7.1.2 路堑边坡高度大于 20m 时,其边坡形式及坡度应按本规范第 7.1.1 条有关规定并结合边坡稳定性分析计算确定,最小稳定安全系数应为 1.15~1.25。

7.1.3 在碎石类土、砂类土及其他土质路堑中,应在侧沟外侧设置平台,其宽度应视边坡高度和土的性质决定,不宜小于 1m。当边坡全部设防护加固工程时,可不设平台。

7.1.4 不同地层组成的较深路堑,宜在边坡中部或不同地层分界处设置平台,并在平台上设置截水沟或挡水墙,平台宽度不宜小于 2m。在年平均降水量小于 400mm 地区,边坡平台上可不设截水沟,但应设置向坡脚方向不小于 4%的排水横坡,平台宽度不宜小于 1m。

7.2 岩石路堑

7.2.1 岩石路堑边坡形式及坡度应根据工程地质水文地质条件、岩性、边坡高度、施工方法,并结合岩体结构、结构面产状、风化程度和地貌形态以及自然稳定边坡和人工边坡的调查综合确定。必要时可采用稳定分析方法予以检算。

边坡高度不大于 20m 时,边坡坡度可按表 7.2.1 的规定设计。

表 7.2.1 岩石路堑边坡坡度

岩石类别	风化程度	边坡坡度
硬 质 岩	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3
	弱风化、强风化	1:0.3~1:0.75
	全 风 化	1:0.75~1:1
软 质 岩	未风化、微风化	1:0.3~1:0.75
	弱风化、强风化	1:0.5~1:1
	全 风 化	1:0.75~1:1.5

注:1 膨胀岩等特殊岩质路堑边坡形式及坡度应按《铁路特殊路基设计规范》有关规定执行;

2 软质岩石边坡如整体稳定性好且设坡面防护时,可采用较陡边坡;

3 有可靠的资料和经验时,可不受本表限制。

7.2.2 强风化及全风化的岩石路堑,可按本规范第 7.1.3 条和第 7.1.4 条规定设置平台和排水设备。

7.2.3 边坡高度大于 20 m 的硬质岩路堑,根据岩体结构、结构面产状、岩性,并结合施工影响范围内既有建筑物的安全性要求,可采用光面、预裂爆破技术。

7.2.4 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,根据边坡工程地质条件,结合机械化施工的工艺特点,宜采用分层开挖、分层稳定和坡脚预加固技术。

7.3 弃土堆设置

7.3.1 弃土堆设置不应影响山体和边坡稳定,其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,宜为 5 m,有条件时可适当减小,但不得小于 2 m。

7.3.2 弃土堆如置于山坡上侧,应连续堆填,以防止地面水流入路堑内;如置于山坡下侧,应间断堆填,以保证弃土堆内侧地面水能顺利排出。

7.3.3 沿河弃土时,应防止加剧下游路基与河岸的冲刷,避免弃土阻塞、污染河道,必要时应设置挡护设施。桥头弃土不得挤压桥墩,阻塞桥孔。

8 路基排水

8.1 排水系统的设置

8.1.1 路基应有良好、完善的排水系统。排水设备应布置合理,与桥涵、隧道、车站等排水设备衔接配合,有足够的过水能力。

8.1.2 设计路基排水设备时,应与水土保持及农田水利的综合利用相结合。

8.2 排除地面水

8.2.1 对路基有危害的地面水,应采取措施拦截引排至路基范围以外。

排水设备应按下列原则布置:

- 1 在路堤天然护道外,可设置单侧或双侧排水沟,也可利用取土坑排水;
- 2 路堑应于路肩两侧设置侧沟;
- 3 堑顶外应设置单侧或双侧天沟;
- 4 路堑边坡平台截水沟应按本规范第 7.1.4 条要求设置。

5 天沟、侧沟、排水沟、边坡平台截水沟等各类排水沟的出口,应将水引排至路基以外,以防止水流冲刷路基。

8.2.2 地面横坡明显地段,排水沟、天沟可在上方一侧设置。若地面横坡不明显,宜在路基两侧设置。

8.2.3 路堑顶部无弃土堆时,天沟内边缘至堑顶距离不宜小于 5 m。当沟内进行加固防渗时,不应小于 2 m。

8.2.4 地面排水设备的纵坡,不应小于 2‰。地面平坦地带或反坡排水地段,仅在困难情况下,可减小至 1‰。

8.2.5 侧沟、天沟、排水沟的横断面,应有足够的过水能力。除需按流量计算者外,可采用底宽 0.4 m,深度 0.6 m。干旱少雨地区或岩石路堑中,深度可减少至 0.4 m。位于反坡排水地段或小于 2‰线路坡道的路堑侧沟,其分水点的沟深可减少至 0.2 m。边坡平台截水沟尺寸,可采用底宽 0.4 m,深度 0.2~0.4 m。

侧沟靠线路一侧边坡可采用 1:1,外侧边坡与路堑边坡相同。当有侧沟平台时,外侧边坡可采用 1:1。在砂类土中,两侧边坡采用 1:1~1:1.5。天沟、排水沟的边坡应根据土质及边坡高度确定,黏性土可采用 1:1~1:1.5。

8.2.6 需按流量设计的侧沟、天沟、排水沟,其横断面应按 1/25 洪水频率的流量进行计算,沟顶应高出设计水位 0.2 m。

8.2.7 天沟不应向路堑侧沟排水。当受地形限制需修建急流槽向侧沟排水时,应在急流槽的进口处进行加固,出口处设置消能设备及防止水流冲刷道床的挡水墙。急流槽下游的侧沟应加大断面,应按 1/50 洪水频率流量确定。

8.2.8 下列情况的侧沟、天沟和排水沟应采取防止冲刷或渗漏的加固措施,必要时可设垫层。

- 1 位于松软土层影响路基稳定的地段;
- 2 流速较大,可能引起冲刷的地段;
- 3 路堑内易产生基床病害地段的侧沟;
- 4 有集中水流进入天沟、排水沟的地段。

8.2.9 在深长路堑和反坡排水困难的地段,宜增设桥涵建筑物,将侧沟水尽快引排至路基外。

8.2.10 路堑侧沟的水流不得流经隧道排出。当排水困难且隧道长度小于 300 m,洞外路堑的水量较小,含泥量少时,经研究比较可经隧道引排。

8.3 排除地下水

8.3.1 对路基有危害的地下水,应根据地下水类型、含水层埋藏深度、地层的渗透性等条件,选用适宜的排除地下水设备。

当地下水位较高或无固定含水层时,可采用明沟、排水槽、渗水暗沟、边坡渗沟、支撑渗沟等。

当地下水位较低或为固定含水层时,可采用渗水隧洞、渗井、渗管或仰斜式钻孔等。

8.3.2 渗水暗沟和渗水隧洞的纵坡不宜小于 5‰,条件困难时亦不应小于 2‰。

渗水暗沟、渗水隧洞的横断面尺寸应根据埋置深度、施工和维修条件确定,结构尺寸应由计算确定。

渗水暗沟的排水孔应设在冻结深度以下不小于 0.25 m 处。截水的渗水暗沟的基底宜埋入隔水层

内不小于 0.5 m。边坡渗沟、支撑渗沟的基底宜设置在含水层以下较坚实的土层上。

在严寒地区的渗水暗沟、渗水隧洞的出口,应采取防冻措施。

8.3.3 渗水暗沟、渗井和渗水隧洞,其渗水部分可采用砂砾石、无砂混凝土、土工织物作反滤层。反滤层的层数、厚度和颗粒级配要求应根据坑壁土质和反滤层材料经计算确定。砂砾石应筛选清洗,其中颗粒小于 0.15 mm 的含量不得大于 5%。

无砂混凝土块板反滤层的厚度可采用 10~20 cm。当坑壁土质为黏性土或粉细砂时,在无砂混凝土块板外侧,应加设 10~15 cm 厚的中粗砂或土工织物反滤层。

土工织物反滤层可采用无纺土工织物。当坑壁土质为黏性土或粉细砂时,可在土工织物与坑壁土之间增铺一层 10~15 cm 厚的中砂。

8.3.4 渗水暗沟内应采用筛选洗净的卵石、碎石、砾石、粗砂或片石充填;仰斜式钻孔内应设置相应直径的渗水管,渗水管可选用带孔的 PVC、PP/PE 塑料管、钢管、软式透水管、无砂钢筋混凝土管或混凝土管等。

8.3.5 渗水暗沟每隔 30 m、渗水隧洞每隔 120 m 和平面转折、纵坡变坡点等处,宜设置检查井。

兼起渗井作用的检查井的井壁应设置反滤层。

检查井内应设检查梯,井口应设井盖。当深度大于 20 m 时,应增设护栏等安全设备。

9 路基防护

9.1 坡面防护

9.1.1 对受自然因素作用易产生破坏的边坡坡面,应根据边坡的土质、岩性、水文地质条件、边坡坡度与高度等,选用适宜的防护措施。

9.1.2 路基边坡坡面防护工程类型及其适用条件宜按表 9.1.2 的规定选用。

表 9.1.2 坡面防护工程常用类型及适用条件

防护类型	结构形式	适用条件	注意事项
植物防护	种草或喷植草	土质边坡。坡度缓于 1:1.25	当边坡较高时,可用土工网、土工网垫与这种草结合防护
	铺草皮	土质和强风化、全风化的岩石边坡。坡度不陡于 1:1	草皮可为天然草皮,亦可为人工培植的土工网草皮
	种植灌木	土质和全风化的岩石边坡。坡度不陡于 1:1.5	树种应为根系发达、枝叶茂盛、适合当地迅速生长之低矮灌木
喷护	喷掺砂水泥土,厚度 6~10 cm,材料为砂、水泥、黏性土	易受冲刷的土质边坡。坡度不陡于 1:0.75	选好材料配合比和水灰比,一般应通过试喷
	喷浆,厚度 ≥ 5 cm,材料为砂、水泥、石灰	易风化但未遭强风化、全风化的岩石边坡。坡度不陡于 1:0.5	
	喷混凝土,厚度 ≥ 8 cm,材料为砂、水泥、砾石	易风化但未遭强风化、全风化的岩石边坡。坡度不陡于 1:0.5	
挂网喷护	锚杆铁丝网(或土工格栅)喷混凝土或喷浆。锚固深度 1.0~2.0 m,网距 20~25 cm,其他同喷护	混凝土或喷浆防护的岩石边坡。当坡面岩体破碎时,为加强防护的稳定性而采用	锚孔深度应比锚固深度深 20 cm,其他同喷护

续表 9.1.2

防护类型	结构形式	适用条件	注意事项
干砌片石护坡	一般厚度 30 cm, 其下设 ≥ 10 cm 厚砂砾石垫层	土质路堤边坡; 有少量地下水渗出的局部埕坡; 局部土质埕坡嵌补。坡度不陡于 1:1.25	基础应选用较大的石块, 应自下而上地进行栽砌, 接缝要错开, 缝隙要填满塞紧
浆砌片石护墙	厚度 30~40 cm, 水泥砂浆砌筑	易风化的岩石边坡和土质边坡。坡度不陡于 1:1	—
浆砌片石或混凝土骨架护坡	骨架宜用方格型, 也可采用人字型、拱型。方格内铺种草皮、喷植草或干砌片石等	土质和全风化的岩石边坡, 当坡面受雨水冲刷严重或潮湿时。坡度不陡于 1:1	护坡四周需用浆砌片石镶边, 混凝土骨架视情况在节点处加锚杆, 多雨地区骨架宜做成截流沟式
浆砌片石护墙	等截面厚度为 50 cm; 变截面顶宽 40 cm, 底宽视墙高而定	土质和易风化剥落的岩石边坡。坡度不陡于 1:0.5	等截面护墙高不宜超过 6m, 当坡度较缓时, 不宜超过 10 m。变截面护墙, 单级不宜超过 12 m, 超过时宜设平台, 分级砌筑

9.1.3 在采用植物或喷护、挂网喷护等路埕坡面防护和在年平均降水量大于 400 mm 地区较高的土质路埕边坡地段, 宜在坡脚处设高 1~2 m 浆砌片石护坡或护墙。

9.1.4 软硬岩层相间的路埕边坡应根据岩层情况采用全部防护或局部防护措施。

9.1.5 当浆砌片石护墙高度大于 12 m、浆砌片石护坡和骨架护坡高度大于 18 m 时, 宜在适当高度处设平台, 平台宽度不宜小于 1 m。

9.1.6 浆砌片石护墙、护坡的基础应埋置在路肩线以下不小于 1 m, 并不应高于侧沟砌体底面; 当地基为冻胀土时, 应埋置在冻结深度以下不小于 0.25 m。

9.1.7 封闭式的坡面应在防护砌体上设泄水孔和伸缩缝。当坡面有地下水出露时, 应采取措施将水引出。

9.1.8 土质和易风化岩石的深路埕边坡, 宜在坡脚处设置挡土墙, 以降低边坡高度。当挡土墙墙顶上方坡面设有浆砌片石护墙、护坡时, 墙顶应设置边坡平台, 平台宽度不宜小于 2 m。

9.1.9 在多雨地区, 用砂类土、细粒土等填料填筑的路堤, 其路肩和边坡易受雨水冲刷流失, 应根据具体情况设防护。

9.2 冲刷防护

9.2.1 沿河地段路基当受水流冲刷时, 应根据河流特性、水流性质、河道地貌、地质等因素, 结合路基位置, 选用适宜的坡面防护、导流或改河工程。

9.2.2 路堤边坡与河岸岸坡的冲刷防护工程类型及适用条件宜按表 9.2.2 的规定选用。

表 9.2.2 冲刷防护工程常用类型及适用条件

防护类型	结构形式	适用条件		注意事项
		容许流速(m/s)	水流方向、河道地貌等	
植物防护	铺草皮	1.2~1.8	水流方向与线路近乎平行; 不受各种洪水主流冲刷的浅滩地段路堤边坡防护	—
	种植防护林、挂柳		有浅滩地段的河岸冲刷防护	

续表 9.2.2

防护类型	结构形式	适用条件		注意事项
		容许流速(m/s)	水流方向、河道地貌等	
干砌片石护坡	单层厚 0.25 ~ 0.35 m; 双层厚: 上层 0.25~0.35 m, 下层 0.25 m	2~3	水流方向较平顺的河岸滩地边缘; 不受主流冲刷的路堤边坡; 无漂浮物和滚石的河段	应设置垫层
浆砌片石护坡	厚 0.3~0.6 m	4~8	主流冲刷及波浪作用强烈处的路堤边坡	有冻胀变形的边坡上应设置垫层。有流木、流冰、滚石时, 应适当加厚
混凝土护坡	厚 0.08~0.2 m			
抛石	石块尺寸根据流速、波浪大小计算, 不宜小于 0.3 m	3	水流方向较平顺, 无严重局部冲刷的河段; 已浸水的路堤边坡与河岸	抛石厚度不应小于石块尺寸之两倍
石笼	镀锌铁丝制成箱形或圆形, 笼内装石块	4~5	受洪水冲刷但无滚石河段和大石料缺少地区	—
大型砌块	2m×2m×2m 3m×3m×2m	5~8	受主流冲刷严重的河段	常与脚墙配合使用
浸水挡土墙	—	5~8	峡谷急流和水流冲刷严重的河段	—

在流速为 2~5m/s 的河段, 经技术经济比选, 亦可采用土工织物沉枕、土工模袋等冲刷防护类型。

9.2.3 冲刷防护工程顶面高程, 应为设计水位加波浪侵袭高加壅水高加 0.5 m; 桥头的河滩路堤, 当水流纵坡较大、河滩较宽阔时, 尚应计及桥前水面横坡所形成的附加高度。基底埋设在冲刷深度以下不应小于 1 m 或嵌入基岩内。当冲刷深度较深、水下施工困难时, 可采用桩基、沉井基础或适宜的平面防护。

冲刷深度可根据公式计算、河床地层冲淤分析和类似工程的实践资料综合分析确定。

9.2.4 冲刷防护工程应与上下游岸坡平顺连接, 端部嵌入岸壁足够深度, 以防止上下游的水流条件恶化。

9.2.5 设置导流建筑物时, 应根据河道的地貌、地质、水流性质、河道演变规律和防护要求等规划导治线, 并应避免农田、村庄、道路和下游路基的冲刷加剧。

在山区河谷地段, 不宜设置挑水导流建筑物。

9.2.6 高水位坝的坝顶高程应为设计水位加波浪侵袭高加壅水高再加 0.5 m。

挑水坝坝长不宜大于河床宽的 1/4, 坝的间距宜为坝长的 1~2.5 倍。当水流较平顺时, 间距可增至 3~5 倍。

9.2.7 顺坝和挑坝的坝头、坝根及基础部分应加强防护。坝根应嵌入河岸足够深度, 与坝根相连的河岸应有适当长度的防护。

9.2.8 路基不宜过多侵占河床。遇有水流直冲、威胁路基安全时, 除应做好冲刷防护外, 必要时可局部改移河道。改移河道应根据河流特性及其演变规律, 因势利导, 慎重对待。

改河的起点和终点应与原河床顺接。为防止水流重归故道, 宜在改河入口处加陡纵坡并设置拦河坝或顺坝。新河槽断面应按设计洪水频率的流量计算。

10 改建与增建第二线路基

10.1 改建既有线路基

10.1.1 改建既有线应充分利用既有建筑物,避免大拆大改,以减少运营干扰、节省投资、保证行车安全。有条件时可采用新建路基的标准。对个别困难地段,在确保运营安全和路基稳定的前提下,可维持既有线标准。

10.1.2 改建既有线路肩高程应符合本规范第3章的有关规定。

10.1.3 路基面形状应符合下列要求:

1 既有路基面高度不变,仅帮宽非渗水土路基时,应自既有线道床坡脚处向外做成4%的排水横坡;帮宽渗水土路基时,做成平面。

2 抬高既有路基面时,根据填料类别,应按本规范第4.1.1条的规定选用。

3 落道下挖既有路基面时,非渗水土路基自线路中心向两侧做成4%排水横坡;渗水土、岩石(年平均降水量大于400 mm地区的易风化泥质岩石除外)的路基面为平面。

10.1.4 路基面宽度应符合下列要求:

1 既有路基面高度不变时,路肩宽度应符合本规范第4.2.1条的规定,困难地段Ⅰ级铁路路堤不得小于0.6 m,Ⅰ级铁路路堑与Ⅱ、Ⅲ级铁路不得小于0.4 m。

2 抬高或下挖路基面时,路基面宽度同新建铁路。

10.1.5 改建既有路堤应符合下列要求:

1 抬高路基面及帮宽路堤的填料,应选用与既有路堤相同或较既有路堤渗水性强的填料。

2 帮宽既有路堤时,帮填土顶部宽度不应小于0.5 m,底部不应小于顶部帮宽值。

3 帮填路堤时,应沿既有路堤坡面挖成宽度不小于1 m的台阶;既有路堤填料为渗水土时,应先扒松既有坡面,扒松厚度不应小于0.2 m。

4 帮填路堤边坡形式和坡度应按本规范第6.3节规定选用。

5 采用道碴抬道后,对既有道床过厚地段,可于标准道床厚度以下的超厚部分采用渗水土垫肩。

10.1.6 改建既有路堑边坡坡度可按本规范第7章有关规定或参照既有路堑稳定边坡坡度确定,并应减少剥皮刷方,必要时可增设挡护工程。

10.1.7 既有堑坡病害经多年整治已趋稳定的路堑、深路堑和设有挡护工程地段的路堑,改建时应减少拆除工程,不宜触动原边坡。

10.1.8 在不宜刷方扩宽路堑地段,可采用改变侧沟形式、削减侧沟平台、设置侧沟盖板等办法加宽路基。有条件时,削减后的侧沟平台宽度不宜小于1 m。

10.1.9 使用与既有线不同填料抬高路基面时,应按本规范第6.1.4条有关规定办理。路堑需考虑疏排堑内积水,对易产生基床病害的既有路堑还应考虑防止积水沿路基面下渗的措施。

10.1.10 抬道、落道后,当路堑侧沟受排水高程控制时,可采取加高侧沟沟壁或减少侧沟深度的措施。

10.1.11 对改建地段的路基病害,应根据病害类型、特征、形成原因及危害程度,结合当地的气象、工程地质、水文地质等因素,必要时应采取相应的整治措施。

10.1.12 施工与运营干扰地段的设计,应保证行车与施工安全。岩石路堑刷方地段,可采取光面、预裂爆破及防护措施;控制工期的地段,可采取维持临时行车的过渡措施。

10.2 增建第二线路基

10.2.1 增建第二线路基应考虑第二线与既有线路基间的相互影响,设计时必须统筹兼顾。当既有线路基病害危及第二线路基稳定时,应一并进行整治。

10.2.2 增建第二线一侧的路肩高程应符合本规范第3章的有关规定;路基面宽度、边坡坡度等应与新建路基标准相同。

10.2.3 增建并行的第二线路基面,非渗水土路基应设路拱,路拱尺寸同新建单线。同时应于路拱下部自既有线路肩向外做4%的排水横坡,横坡以上部分(含路拱)填渗水土;当第二线路肩低于既有路肩时,排水横坡应通过第二线路肩设置;岩石、渗水土路基面不设路拱。

10.2.4 增建并行的第二线路堤的填料,宜选用与既有路堤相同的或较既有路堤渗水性强的填料。

10.2.5 并行不等高地段的路基,两线间边坡坡度的设计必须考虑上线列车荷载的影响。有条件时应增大线间距,或采取支挡措施。

10.2.6 增建第二线并行及换侧地段,帮填路堤挖台阶应按本规范第10.1.5条的要求办理。

10.2.7 增建第二线时,不得恶化既有路基的排水条件,应保证两线路基面及线间排水通畅。

不等高地段路基,两线间应设置排水设备。

10.2.8 第二线路基的设计必须保证相邻既有线行车安全。扩宽岩石路堑边坡时,应按本规范第10.1.12条要求办理。

10.3 既有建筑物的改建、加固和利用

10.3.1 因抬道、落道、改移中线或增建第二线引起既有建筑物改动地段,当既有挡护设备使用良好时,宜保留。防护工程较复杂地段,不宜触动既有边坡。

10.3.2 经查明既有建筑物无明显损坏,强度及稳定性满足新建标准要求,不影响行车安全的,应全部利用。若部分损坏或不满足新建标准要求时,应加固利用、改建或拆除重建。

10.3.3 加固利用的既有建筑物,新、旧混凝土或砌体应紧密连接,形成整体。

10.3.4 采用干砌片石垛加宽或加高路肩时,其高度不应超过1m。

10.3.5 路堑有挡护工程的地段,落道下挖路基面后,当基础已暴露或埋置深度不够时,应对基础进行加固。

附录 A 列车和轨道荷载换算土柱高度及分布宽度

表 A

铁路等级 (轨道类型)	路堤填料	设 计 轴荷载	轨 道 条 件					换 算 土 柱			
			钢 轨	轨 枕	道床 厚度	道床 顶宽	道床 坡度	分布 宽度	计算 强度	重度	计算 高度
		kN	kg/m	根/km	m	m		m	kPa	kN/m³	m
I 级 (特重型)	非渗水土	220	75	1 720 (Ⅲ型)	0.50	3.1	1.75	3.6	59.2	17	3.5
										18	3.3
	岩 石 渗水土				0.35			3.2	60.4	18	3.4
										19	3.2

续表 A

铁路等级 (轨道类型)	路堤填料	设 计 轴荷载	轨 道 条 件					换 算 土 柱					
			钢 轨	轨 枕	道床 厚度	道床 顶宽	道床 坡度	分布 宽度	计算 强度	重 度	计算 高度		
		kN	kg/m	根/km	m	m		m	kPa	kN/m³	m		
Ⅰ 级 (重 型)	非渗水土	220	60	1 680 (Ⅲ 型)	0.50	3.1	1.75	3.6	59.1	17	3.5		
	岩 石 渗水土				0.35					3.2	60.3	18	3.3
												18	3.4
												19	3.2
Ⅰ、Ⅱ 级 (次重型)	非渗水土	220	50	1 760 (Ⅱ 型)	0.45	3.0	1.75	3.5	57.6	17	3.4		
	岩 石 渗水土				0.30					3.1	59.2	18	3.2
												18	3.3
												19	3.1
Ⅰ、Ⅱ 级 (中 型)	非渗水土	220	50	1 680 (Ⅱ 型)	0.40	3.0	1.75	3.4	57.7	17	3.4		
	岩 石 渗水土				0.30					3.1	59.2	18	3.2
												18	3.3
												19	3.1
Ⅲ 级 (轻 型)	非渗水土	220	50	1 640 (Ⅰ 型)	0.35	2.9	1.50	3.3	56.9	17	3.4		
	岩 石 渗水土				0.25					3.0	59.1	18	3.2
												18	3.3
												19	3.1

注：1 表中换算土柱高度系按非无缝线路道床顶宽和铺设钢筋混凝土轨枕计算的。当铺设无缝线路时，其换算土柱高度应增加 0.1m；铺设木枕时，其换算土柱高度应减小 0.1m，分布宽度不变；

2 重度与本表不符时，需另计算换算土柱高度；

3 活载分布于路基面上的宽度，自轨枕底两端向下按 45°扩散角计算。

附录 B 路基工程混凝土与砌体强度等级及适用范围

表 B

混凝土与砌体种类	材料最低强度等级			适用范围
	水泥砂浆	石 料	混凝土	
片石砌体	M5	MU20	—	侧沟、天沟、排水沟
		MU30	—	坡面防护、边坡渗沟、护墙
	M7.5	MU30	—	渗水暗沟、支挡结构物、急流槽、冲刷防护、严寒地区的侧沟、天沟、排水沟、护墙
	M10	MU30	—	渗水隧洞边墙、浸水和严寒地区支挡结构物
混凝土或 片石混凝土	—	—	C10	基础垫层
	—	—	C15	检查井、渗水隧洞、冲刷防护、支挡结构物
	—	—	C20	严寒地区支挡结构物
混凝土块砌体	M7.5	—	C15	侧沟、天沟、排水沟、坡面防护
	M10	—	C15	渗水隧洞

续表 B

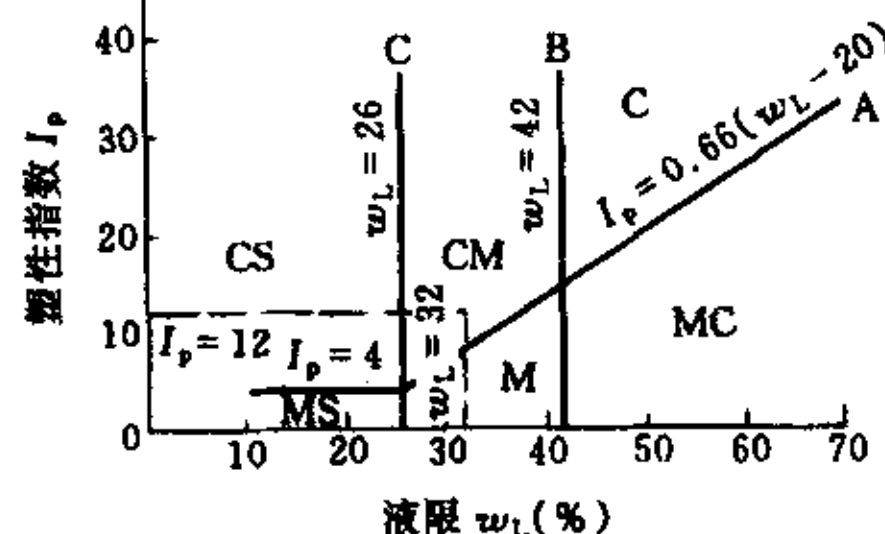
混凝土与砌体种类	材料最低强度等级			适用范围
	水泥砂浆	石料	混凝土	
钢筋混凝土	—	—	C15	检查井、冲刷防护、支挡结构物
	—	—	C20	严寒地区支挡结构物

注：最冷月的平均温度在 $-5\sim-15^{\circ}\text{C}$ 的地区为寒冷地区； -15°C 以下的地区为严寒地区。

附录 C 填料分类

表 C

填 料		符 号	说 明	填料组别
类 别	名 称			
岩 块	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	A、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
	卵石土	R_oF	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	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_iF	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
	砾 砂	SG	粒径大于 2 mm 颗粒的质量占总质量的 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
	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
细 粒 土	黏粉土	MC	塑性图 A 线以下，B 线以右	D
	砂黏土	CS	塑性图 A 线以上，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_u	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 表内填料组别为 A、B 组者：A 组指级配良好的 ($C_u \geq 5$, $C_c = 1 \sim 3$)，B 组指级配不良的 ($C_u < 5$ 或 $C_c \neq 1 \sim 3$)。其中不均匀系数

$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ ，曲率系数 $C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}}$ ； 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。

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 $R_c \leq 30 \text{ MPa}$ 。

附录 D 铁路用地

D. 0. 1 铁路用地必须贯彻“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的基本国策,遵循经济合理、节约用地、少占良田的原则。

D. 0. 2 铁路用地应按照现行的《国家建设征用土地条例》办理,满足铁路建设用地和今后铁路发展规划的需要。对分期建设项目,可分期征用。征用的土地严禁被占用。

D. 0. 3 区间路基永久用地范围:

1 一般路基用地宽度,路堑从堑顶边缘至用地界的距离不应小于 1 m;路堤从天然护道外 1 m 为用地界。如有天沟、排水沟及兼作排水的取土坑、弃土堆时,从其最外边缘至用地界的距离不应小于 1 m。

2 特殊路基应根据路基稳定与防护工程需要,合理确定用地范围。

风沙及雪害,在防护工程最外边缘至用地界的距离不宜小于 10 m。有封沙育草带地段,封沙育草带外边缘为用地界。

3 通过林区的铁路,其用地宽度应根据线路具体情况,并结合林区护林防火的规定确定。

D. 0. 4 区间路基临时用地范围:

1 路基两侧不兼作排水的取土坑、弃土堆,如仍能供农业使用时,可归还地方使用;

2 远离线路的集中取、弃土场地。

D. 0. 5 在农田地区的临时用地应进行复垦。

D. 0. 6 站场范围以外,距线路较远的独立生活区、给排水设施、独立通信楼、水电段、供电段、牵引变电所及其岔线等,自该建筑物最外边缘以外 1 m 为用地范围。

在城镇划定住宅区铁路用地时,应与地方有关部门协商决定。

D. 0. 7 区间桥梁、导流建筑物、桥涵改沟、大桥桥头看守房和改移道路、平立交道的用地范围,应分别按各专业的规定划定。

D. 0. 8 隧道用地应按其专业的要求划定。弃碴占用的土地列为临时用地。

浅埋隧道及隧道洞口上方如有耕地,应结合排水设计考虑用地。

D. 0. 9 铁路给排水建筑物用地应按其专业的要求划定。管网工程在施工期间占用土地列为临时用地。

D. 0. 10 在永久用地范围的最外边缘,每隔 100~200 m 的距离及宽度变换处,应设置用地界桩。

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,采用“可”。