UDC

TB

P

TB 10001—2005
J 447—2005

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

2005-04-25　发布　　2005-04-25　实施

中华人民共和国铁道部　发布

统一书号：15113·2132
定　　价：**15.00**　元

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—2005

J 447—2005

主编单位：铁道第一勘察设计院
批准部门：中华人民共和国铁道部
施行日期：2005 年 4 月 25 日

中 国 铁 道 出 版 社

2005 年·北 京

中华人民共和国行业标准

铁路路基设计规范

TB 10001—2005

J447—2005

*

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）

北京市兴顺印刷厂印刷

开本：850mm×1 168mm　1/32　印张：3.375　字数：84 千字

1999 年 8 月第 1 版　2005 年 6 月第 2 版　2005 年 8 月第 3 次印刷

印数：20 001～23 000 册

统一书号：15113·2132　定价：15.00 元

版权所有　侵权必究

凡购买铁道版的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请与本社发行部调换。

联系电话：路（021）73169，市（010）63545969

关于发布《铁路路基设计规范》等7项铁路工程建设标准的通知

铁建设〔2005〕66号

《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)、《铁路轨道设计规范》(TB 10082—2005)、《铁路运输通信设计规范》(TB 10006—2005)、《铁路电力牵引供电设计规范》(TB 10009—2005)、《铁路光伏发电系统技术规范》(TB/T 10112—2005)、《铁路无人值守机房环境远程监控系统工程设计规范》(TB/T 10034—2005)、《铁路工程建设项目水土保持方案技术标准》(TB 10503—2005)等7项铁路工程建设标准，经审查现予发布，自发布之日起施行。原发《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)、《铁路通信设计规范》(TB 10006—99)、《铁路电力牵引供电设计规范》(TB 10009—98)、《铁路信号硅太阳电池供电系统技术规范》(TB/T 10112—94)同时废止。

以上标准由铁道部建设管理司负责解释，由铁路工程技术标准所、中国铁道出版社组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

二〇〇五年四月二十五日

前　言

本规范是根据铁道部《关于印发〈2003年铁路工程建设规范、定额、标准设计编制计划〉的通知》(铁建设函〔2003〕41号）的要求，在《铁路路基设计规范》(TB10001—99）的基础上修订而成的。

本规范修订过程中认真总结了我国铁路路基建设的经验和教训，借鉴了国内外有关标准的规定，在广泛征求意见的基础上，经反复审查定稿。

工程技术人员必须按照“以人为本、服务运输、强本简末、系统优化、着眼发展”的铁路建设理念，结合工程具体情况，因地制宜，充分发挥主观能动性，积极采用安全、可靠、先进、成熟、经济、适用的新技术，不能生搬硬套标准。勘察设计单位执行（或采用）单项或局部标准，并不免除设计单位及设计人员对整体工程和系统功能质量问题应承担的法律责任。

本规范共分11章，主要内容包括：总则、术语、路肩高程、路基面形状和宽度、填料、基床、路堤、路堑、路基排水、路基支挡及防护、改建与增建第二线路基等，另有3个附录。

本次修订的主要内容有：

1．适用的铁路等级调整为Ⅰ、Ⅱ两级；

2．增加了填料一章；

3．增加了过渡段、路基工后沉降控制的标准；

4．增加了边坡高度大于15 m的路基面加宽和基床以下填料的压实标准；

5．增加了防护栅栏的设置规定；

6．修订了路基面形状及路肩宽度标准；

7. 修订了直线地段标准路基面宽度、曲线地段路基面加宽值和附录 A“列车和轨道荷载换算土柱高度及分布宽度”表；

8. 修订了路基压实标准，强调了应采用双指标控制；

9. 修订了路基基床结构；

10. 修订了天然地基表层的控制标准；

11. 修订了侧沟的设计要求；

12. 修订了取土场、弃土场、附录 B 及改建与增建第二线的部分规定。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

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铁道第一勘察设计院（甘肃省兰州市和政路 75 号，邮政编码：730000），并抄送铁道部经济规划研究院（北京市海淀区羊坊店路甲 8 号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本规范由铁道部建设管理司负责解释。

本规范主编单位：铁道第一勘察设计院。

本规范主要起草人：包黎明、王应铭、龙锦永、胡焕明、赵厚生。

目　　次

1　总　　则 …… 1
2　术　　语 …… 4
3　路肩高程 …… 6
4　路基面形状和宽度 …… 8
4.1　路基面形状 …… 8
4.2　路基面宽度 …… 9
5　填　　料 …… 12
5.1　一般规定 …… 12
5.2　填　　料 …… 12
5.3　级配碎石、级配砂砾石 …… 18
5.4　改 良 土 …… 19
6　基　　床 …… 20
6.1　基床结构 …… 20
6.2　路堤基床 …… 20
6.3　路堑基床 …… 22
6.4　基床加固措施 …… 22
7　路　　堤 …… 24
7.1　地基处理 …… 24
7.2　填料要求 …… 25
7.3　压实标准 …… 25
7.4　边坡形式和坡率 …… 27
7.5　过 渡 段 …… 27
7.6　沉降控制 …… 29
7.7　取土场（坑）设置 …… 29

8 路　　堑 …… 31
8.1 一般规定 …… 31
8.2 土质路堑 …… 31
8.3 岩石路堑 …… 32
8.4 弃土场（堆）设置 …… 33
9 路基排水 …… 34
9.1 一般规定 …… 34
9.2 地 面 水 …… 34
9.3 地 下 水 …… 36
10 路基支挡及防护 …… 38
10.1 一般规定 …… 38
10.2 坡面防护 …… 39
10.3 冲刷防护 …… 41
11 改建与增建第二线路基 …… 44
11.1 改建既有线路基 …… 44
11.2 增建第二线路基 …… 45
11.3 既有建筑物的改建、加固和利用 …… 46
附录 A 列车和轨道荷载换算土柱高度及分布宽度 …… 48
附录 B 路基工程混凝土与砌体强度等级及适用范围 …… 50
附录 C 铁路建设用地 …… 51
C.1 一般规定 …… 51
C.2 征收土地 …… 51
C.3 临时用地 …… 52
本规范用词说明 …… 53
《铁路路基设计规范》条文说明 …… 54

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 本规范适用于铁路网中客货列车共线运行、旅客列车设计行车速度等于或小于160 km/h、货物列车设计行车速度等于或小于120 km/h的Ⅰ、Ⅱ级标准轨距铁路路基的设计。

1.0.3 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。轨道和列车荷载应采用换算土柱代替，换算土柱高度及分布宽度应符合本规范附录A的规定。

1.0.4 路基工程应通过地质调绘和足够的勘探、试验工作，查明基底、路堑边坡、支挡结构等基础的岩土结构及其物理力学性质，查明不良地质情况，查明填料性质和分布，在取得可靠的地质资料基础上开展设计。

1.0.5 路基工程应按土工结构物进行设计，其地基处理、路堤填筑、边坡支挡防护以及排水设施等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。

1.0.6 路基工程设计应避免高填、深挖和长路堑，并尽量绕避不良地质条件的地段。在进行路基与桥、隧工程比选工作中，应从技术条件、施工条件、可能造成的环境和社会影响、建设投资与运营养护费用等方面综合分析，确定工程类型。

1.0.7 Ⅰ级铁路桥梁较密集地段，两台尾之间路基长度小于150 m且能满足设桥的技术条件时，应以桥代路通过。

1.0.8 路基工程的地基应满足承载力和路基工后沉降的要求。其地基处理措施必须根据铁路等级、地质资料、路堤高度、填料、建设工期等通过检算确定。

1.0.9 路基填料应作为工程材料进行勘察设计。路基土石方调配应确保路基各部位填料符合填料标准要求，并符合节约用地的原则。设计时应合理规划，对移挖作填、集中取（弃）土、填料改良等方案进行经济、技术比较。

1.0.10 路基支挡结构应根据岩土工程地质条件、本规范附录A等进行设计，并应考虑支挡结构受到的列车动力影响以及大气降水、地下水等自然因素对支挡结构长期稳定性的影响。

1.0.11 路基工程设计应重视环境保护、水土保持、文物保护。路基边坡应积极采用绿色防护，尽量减少对天然植被和山体的破坏，防止诱发地质灾害。

1.0.12 路基工程应有完整、系统、通畅的排水设施，并与桥、涵、站场排水和农田水利灌溉系统衔接。侧沟、天沟、排水沟宜采用混凝土构件予以加固。

1.0.13 路基工程设计应积极推广采用新技术、新结构、新材料和新工艺，提高路基工程质量。

1.0.14 既有路基病害防治应遵循以防为主，防治结合，彻底整治，不留后患的原则，采取合理的防治方案和有效的工程措施。

1.0.15 Ⅰ级铁路及采用大型养路机械养护的Ⅱ级铁路不应设养路机械作业平台；对不采用大型养路机械养护的Ⅱ级铁路，区间路基每隔500 m左右宜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。

1.0.16 旅客列车设计行车速度大于或等于120 km/h的区间路基两侧应设置贯通的防护栅栏。防护栅栏的位置应设在路堤坡脚外或路堑堑顶外的用地界内，防护栅栏的高度不宜小于1.8 m。

1.0.17 铁路通信、信号、电力等各种光、电缆沟槽应从路堤坡脚外或路堑侧沟平台上通过，必须从路肩或路堤边坡上通过时，应进行结构设计，并采取有效措施，保证路基的完整和稳定。在路基上设置其他杆架、管线等设备时，应进行结构设计，并采取有效措施，保证路基的完整和稳定。

1.0.18 路基工程使用的混凝土、石料及其砌筑用水泥砂浆的强度等级及适用范围，应符合本规范附录 B 的规定。

1.0.19 区间路基用地设计应按本规范附录 C 的有关规定执行。

1.0.20 铁路路基设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术　　语

2.0.1　路基　subgrade

经开挖或填筑而形成的直接支承轨道结构的土工结构物。

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、气候变化影响而具有一定厚度的土工结构。基床分表层与底层。

2.0.5　路肩高程　formation level

路肩外缘的高程。

2.0.6　压实系数　compacting factor

填料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（K_{30}）　subgrade reaction coefficient

通过试验测得的直径 30 cm 荷载板下沉 1.25 mm 时对应的荷载强度 p（MPa）与其下沉量 1.25 mm 的比值。

2.0.8　相对密度　relative density

填料最大孔隙比与填筑压实后实测孔隙比之差和最大孔隙比与最小孔隙比之差的比值。

2.0.9　孔隙率　porosity

土的孔隙体积与总体积的比值，以百分率表示。

2.0.10　土工合成材料　geosynthetics

岩土工程应用的合成材料产品的总称。

2.0.11　最优含水率　optimum moisture content

击实试验所得的干密度与含水率关系曲线上峰值点对应的含水率。

2.0.12 边坡稳定系数 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。

2.0.13 路基工后沉降 settlement of subgrade after acceptance

路基竣工铺轨开始后产生的沉降量。

2.0.14 改良土 improved soil

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

2.0.15 比贯入阻力（P_s） specific penetration resistance

静力触探圆锥探头贯入土层时所受的总贯入阻力与探头平面投影面积的比值。

2.0.16 过渡段 transition

路堤与桥台、路堤与路堑、路堤与横向结构物衔接时，需作特殊处理的地段。

3 路肩高程

3.0.1 当路肩高程受洪水位或潮水位控制时，应计算其设计水位，设计洪水频率或重现期应符合下列规定：

1 设计洪水频率标准应采用1/100。当观测洪水（含调查洪水）频率小于设计洪水频率时，应按观测洪水频率设计；当观测洪水频率小于1/300时，应按1/300频率设计。

2 在淤积严重或有特殊要求的水库地段，应在可行性研究阶段确定洪水频率标准。

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可行性研究阶段确定。

4 滨海路堤的设计潮水位，应采用重现期为100年一遇的高潮位。当滨海路堤兼做水运码头时，还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 滨海路堤，当顶部未设防浪胸墙时，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 地下水水位或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 0.5m。

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 0.5m。

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 0.5m。当盐渍土路基存在季节性冻害时，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 路基面形状应设计为三角形路拱，由路基中心线向两侧设4%的人字排水坡。曲线加宽时，路基面仍应保持三角形。

4.1.2 在单线铁路（或双线铁路并行等高地段）中，硬质岩石路堑及基床表层为级配碎石或级配砂砾石的路基，其路肩高程应高于土质路堤的路肩高程，高出尺寸 Δh 按式（4.1.2）计算。

$$\Delta h = (h - h') + \frac{B - B'}{2} \times 0.04 \qquad (4.1.2)$$

式中 h——土质路堤直线地段的标准道床厚度（m）；

B——土质路堤直线地段的标准路基面宽度（表4.2.3中的值，m）；

h'——硬质岩石路堑、级配碎石或级配砂砾石路基直线地段的标准道床厚度（m）；

B'——硬质岩石路堑、级配碎石或级配砂砾石路基直线地段的标准路基面宽度（m）。

4.1.3 在双线铁路中，并行不等高或局部单线地段的路肩高程应高于双线铁路并行等高地段土质路堤的路肩高程，高出尺寸 Δh 按式（4.1.3）计算。

$$\Delta h = h_{sh} - h_d + \left(\frac{B_{sh} - D - B_d}{2} + 1.435 + \frac{g}{1000}\right) \times 0.04 \qquad (4.1.3)$$

式中 h_{sh}——并行等高直线地段土质路堤的标准道床厚度(m)；

B_{sh}——并行等高直线地段土质路堤的标准路基面宽度（表4.2.3中的值，m）；

D——并行等高直线地段土质路堤的线间距（m）；

h_d——并行不等高或局部单线直线地段的标准道床厚度（m）；

B_d——并行不等高或局部单线直线地段的标准路基面宽度（m）；

1.435——标准轨距（m）；

g——钢轨的头部宽度（mm）：75 kg/m 轨为 75 mm，60 kg/m 轨为 73 mm，50 kg/m 轨为 70 mm。

4.1.4 不同填料的基床表层衔接时，应设长度不小于 10 m 的渐变段。渐变段应在路肩设计高程较高的段落内逐渐顺坡至路肩设计高程较低处，渐变段的基床表层应采用相邻填料中较好的填料填筑。

双线铁路中并行等高段与局部单线地段连接时，应在局部单线地段内逐渐顺坡至并行等高段地段，其顺坡长度不应小于 10 m。

4.2 路基面宽度

4.2.1 区间路基面宽度应根据旅客列车设计行车速度、远期采用的轨道类型、正线数目、线间距、曲线加宽、路基面两侧沉降加宽、路肩宽度、养路形式、接触网立柱的设置位置等，通过计算确定，必要时还应考虑光、电缆槽及声屏障基础的设置。

4.2.2 路堤的路肩宽度不应小于 0.8 m，路堑的路肩宽度不应小于 0.6 m。

4.2.3 直线地段标准路基面宽度，应按表 4.2.3 采用。

4.2.4 区间单、双线曲线地段的路基面宽度，应在曲线外侧按表 4.2.4 的数值加宽，加宽值应在缓和曲线范围内线性递减。

表 4.2.3　直线地段标准路基面宽度

项目				单位	I级铁路						I级铁路		
					特重型		重型			次重型	次重型	中型	轻型
旅客列车设计行车速度 v				km/h	160	120≤v<160	160	120<v<160	120	120	80≤v≤120	80≤v≤100	80
双线线间距				m	4.2	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
道床顶面宽度				m	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.0	2.9
基床表层类型	土质	道床厚度		m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.40	0.35
		单线	路堤	m	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8	7.5	7.5	7.0	6.3
			路堑	m	7.5	7.5	7.4	7.4	7.4	7.1	7.1	6.6	5.9
		双线	路堤	m	12.3	12.1	12.2	12	12	11.7	11.7	11.2	10.5
			路堑	m	11.9	11.7	11.8	11.6	11.6	11.3	11.3	10.8	10.1
	硬质岩石	道床厚度		m	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.25
		单线路堑		m	6.9	6.9	6.8	6.8	6.8	6.5	6.5	6.2	5.7
		双线路堑		m	11.3	11.1	11.2	11	11	10.7	10.7	10.4	9.9
	级配碎石或级配砂砾石	道床厚度		m	0.3	0.3	0.3	0.3	—	—	—	—	—
		单线	路堤	m	7.1	7.1	7	7	—	—	—	—	—
			路堑	m	6.7	6.7	6.6	6.6	—	—	—	—	—
		双线	路堤	m	11.5	11.3	11.4	11.2	—	—	—	—	—
			路堑	m	11.1	10.9	11.0	10.8	—	—	—	—	—

注：1　特重型、重型轨道的路基面宽度为无缝线路轨道、Ⅱ型混凝土枕的标准值。对 v=120km/h 的重型轨道：当采用无缝线路轨道和Ⅰ型混凝土枕时，路基面宽度应减小 0.1m；当采用有缝线路轨道和Ⅱ型或Ⅲ型混凝土枕时，路基面宽度应减小 0.3m；

2　次重型轨道的路基面宽度为无缝线路轨道、Ⅱ型混凝土枕的标准值。当采用有缝线路轨道时，路基面宽度应减小 0.2m；

3　中型、轻型轨道的路基面宽度为有缝线路轨道、Ⅱ型混凝土枕的标准值；

4　采用大型养路机械的电气化铁路，当接触网的立柱设在路肩上时，直线地段路基面宽度应满足以下标准：单线铁路不小于 7.7m；双线铁路 160km/h 地段不小于 11.9m（其他不小于 11.7m）；表 4.2.3 中宽度小于该标准时应采用该标准。

表 4.2.4　曲线地段路基面加宽值

铁路等级	旅客列车设计行车速度	曲线半径 R（m）	路基面外侧加宽值（m）
Ⅰ级铁路	160 km/h	$1600 \leqslant R \leqslant 2000$	0.4
		$2000 < R < 3000$	0.3
		$3000 \leqslant R < 10000$	0.2
		$R \geqslant 10000$	0.1
	140 km/h	$1200 \leqslant R \leqslant 1400$	0.4
		$1400 < R < 2000$	0.3
		$2000 \leqslant R \leqslant 6000$	0.2
		$R > 6000$	0.1
Ⅰ、Ⅱ级铁路	120 km/h	$800 \leqslant R < 1200$	0.4
		$1200 \leqslant R < 1600$	0.3
		$1600 \leqslant R < 5000$	0.2
		$R \geqslant 5000$	0.1
Ⅱ级铁路	100 km/h	$600 \leqslant R < 800$	0.4
		$800 \leqslant R \leqslant 1200$	0.3
		$1200 < R < 4000$	0.2
		$R \geqslant 4000$	0.1
	80 km/h	$500 \leqslant R \leqslant 600$	0.3
		$600 < R \leqslant 1800$	0.2
		$R > 1800$	0.1

注：无缝线路 $R < 800$ m、有缝线路 $R < 600$ m 的曲线外侧路基面应在表 4.2.4 加宽基础上增加 0.1 m。

5 填　　料

5.1 一 般 规 定

5.1.1 路基填料应通过地质调绘和足够的勘探、试验工作，查明其性质和分布，并开展填料设计工作。

5.1.2 填料设计的内容应包括：填料的来源选择、分布、运距、土石特性、名称、分组、改良措施、施工工艺、无侧限抗压强度、压实标准及检测要求等，取料场的生态恢复。

5.2 填　　料

5.2.1 普通填料按颗粒粒径大小可分为三大类别：巨粒土、粗粒土和细粒土。

5.2.2 巨粒土、粗粒土填料应根据颗粒组成、颗粒形状、细粒含量、颗粒级配、抗风化能力等，按表 5.2.2 分为 A、B、C、D 组。

5.2.3 细粒土填料应按表 5.2.3 分为粉土、黏性土和有机土。粉土、黏性土应采用液限含水率 w_L 进行填料分组：当 $w_L<40\%$ 时，为 C 组；当 $w_L\geqslant40\%$ 时，为 D 组。有机土为 E 组。

5.2.4 填料根据土质类型和渗水性可分为渗水土、非渗水土。A、B 组填料中，细粒土含量小于 10%、渗透系数大于 10^{-3} cm/s 的巨粒土、粗粒土（细砂除外）为渗水土，其余为非渗水土。

表 5.2.2　巨粒土、粗粒土填料分组

一级定名						二级定名			填料分组
类别			名称		说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
巨粒土	碎石类土	块石类	块石土	硬块石土	粒径大于 200 mm 颗粒的质量超过总质量的 50%(不易分化,尖棱状为主)	/	/	硬块石	A
				软块石土	粒径大于 200 mm 颗粒的质量超过总质量的 50%(易风化,尖棱状为主)	/	/	R_c>15 MPa 的不易风化软块石	A
								R_c≤15 MPa 的不易风化软块石	B
								易风化的软块石	C
								风化的软块石	D
			漂石土		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)	<5%	良好	级配好的漂石	A
							不良	级配不好的漂石	B
						5%～15%	良好	级配好的含土漂石	A
							不良	级配不好的含土漂石	B
						15%～30%	/	土质漂石	B
						>30%	/	土质漂石	C
		碎石类	卵石土		粒径大于 60 mm 颗粒的质量超过总质量的 50%(浑圆或圆棱状为主)	<5%	良好	级配好的卵石	A
							不良	级配不好的卵石	B
						5%～15%	良好	级配好的含土卵石	A
							不良	级配不好的含土卵石	B
						15%～30%	/	土质卵石	B
						>30%	/	土质卵石	C

续表 5.2.2

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

续表 5.2.2

一级定名						二级定名			填料分组
类别			名称		说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
粗粒土	碎石类土	砾石类	细砾土	细圆砾土	粒径大于2 mm颗粒的质量超过总质量的50%(浑圆或圆棱状为主)	<5%	良好	级配好的细圆砾	A
							不良	级配不好的细圆砾	B
						5%～15%	良好	级配好的含土细圆砾	A
							不良	级配不好的含土细圆砾	B
						15%～30%	/	土质细圆砾	B
						>30%	/	土质细圆砾	C
				细角砾土	粒径大于2 mm颗粒的质量超过总质量的50%(尖棱状为主)	<5%	良好	级配好的细角砾	A
							不良	级配不好的细角砾	B
						5%～15%	良好	级配好的含土细角砾	A
							不良	级配不好的含土细角砾	B
						15%～30%	/	土质细角砾	B
						>30%	/	土质细角砾	C
	砂类土		砾砂		粒径大于2 mm颗粒的质量占总质量的25%～50%	<5%	良好	级配好的砾砂	A
							不良	级配不好的砾砂	B
						5%～15%	良好	级配好的含土砾砂	A
							不良	级配不好的含土砾砂	B
						>15%	/	土质砾砂	B

续表 5.2.2

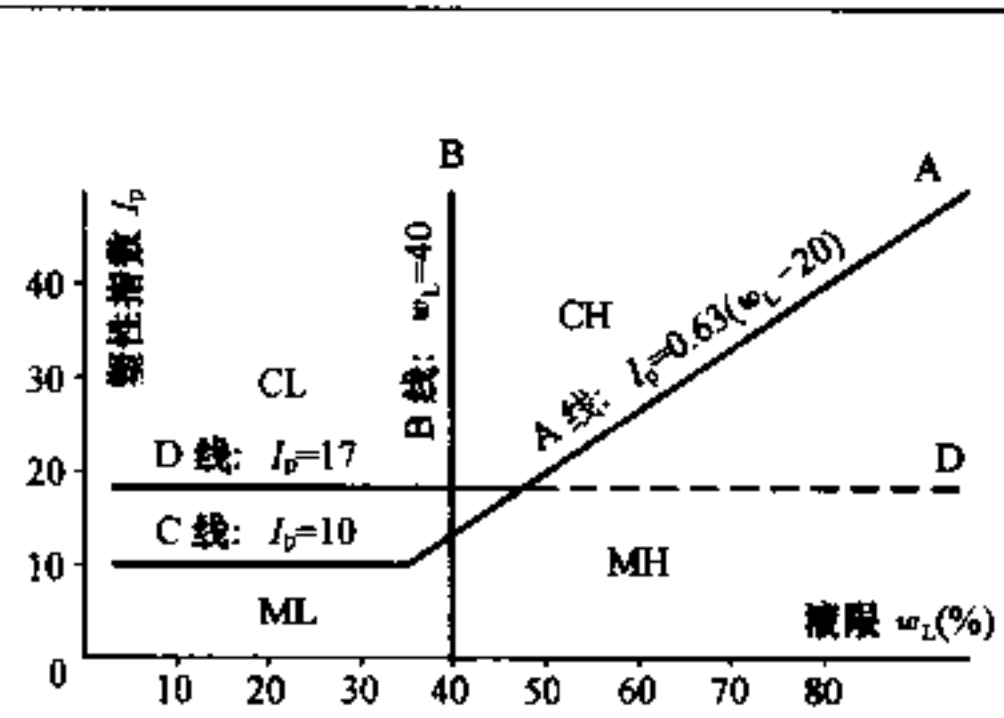
一级定名				二级定名			填料分组
类别		名称	说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
粗粒土	砂类土	粗砂	粒径大于 0.5 mm 颗粒的质量超过总质量的 50%	<5%	良好	级配好的粗砂	A
					不良	级配不好的粗砂	B
				5%～15%	良好	级配好的含土粗砂	A
					不良	级配不好的含土粗砂	B
				>15%	/	土质粗砂	B
		中砂	粒径大于 0.25 mm 颗粒的质量超过总质量的 50%	<5%	良好	级配好的中砂	A
					不良	级配不好的中砂	B
				5%～15%	良好	级配好的含土中砂	A
					不良	级配不好的含土中砂	B
				>15%	/	土质中砂	B
		细砂	粒径大于 0.075 mm 颗粒的质量超过总质量的 85%	<5%	良好	级配好的细砂	B
					不良	级配不好的细砂	C
				5%～15%	/	含土的细砂	C
		粉砂	粒径大于 0.075 mm 颗粒的质量超过总质量的 50%	/	/	粉砂	C

注：1 颗粒级配分为良好（$C_u \geqslant 5$，并且 $C_c = 1 \sim 3$）和不良（$C_u < 5$，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%、60% 含量的粒径；

2 硬块石的单轴饱和抗压强度 $R_c > 30$ MPa，软块石的单轴抗压强度 $R_c \leqslant 30$ MPa；

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

表 5.2.3　细粒土填料分组

一级定名				二级定名			填料分组
				液限含水率	名　称	塑性图	
细粒土	粉　土		$I_p \leqslant 10$，且粒径大于0.075 mm颗粒的质量不超过全部质量50%的土	$w_L < 40\%$	低液限粉土		C
				$w_L \geqslant 40\%$	高液限粉土		D
	黏性土	粉质黏土	$10 < I_p \leqslant 17$	$w_L < 40\%$	低液限粉质黏土		C
				$w_L \geqslant 40\%$	高液限粉质黏土		D
		黏土	$I_p > 17$	$w_L < 40\%$	低液限黏土		C
				$w_L \geqslant 40\%$	高液限黏土		D
	有　机　土			有机质含量大于5%			E

注：1　液限含水率试验采用圆锥仪法，圆锥仪总质量为76 g，入土深度10 mm；
2　A线方程中的 w_L 按去掉%符号后的数值进行计算。

5.3 级配碎石、级配砂砾石

5.3.1 级配碎石或级配砂砾石填料的粒径级配应分别符合表5.3.1—1、表5.3.1—2的规定，且0.5 mm筛以下的细集料中通过0.075 mm筛的颗粒含量应小于等于66%。

表5.3.1—1 级配碎石的粒径级配范围

方孔筛边长（mm）	0.075	0.1	0.5	1.7	7.1	16	25	45
过筛质量百分率（%）	0～7	0～11	7～32	13～46	41～75	67～91	82～100	100

表5.3.1—2 级配砂砾石的粒径级配范围

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

注：用圆孔筛时，采用1～3号级配；用方孔筛时，采用2～3号级配。

5.3.2 级配碎石或级配砂砾石的质量应符合铁路碎石道床底碴的有关规定。

5.3.3 级配碎石或级配砂砾石与上部道床碎石及下部填土之间的颗粒级配应满足以下要求：

$$D_{15}<4d_{85}$$

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

d_{85}——较细一层土的颗粒粒径（mm），小于该粒径的质量占总质量的85%。

当与下部填土不能满足以上要求时，基床表层应采用颗粒级配不同的双层结构，或在基床底层表面铺设土工合成材料反滤层；当下部填土为改良土时，可不受此项规定限制。

5.4 改 良 土

5.4.1 物理改良的掺合料可采用砂、砾石、碎石等；化学改良的掺合料可采用水泥、石灰、粉煤灰等。

5.4.2 填料改良应通过试验提出最佳掺合料、最佳配比及改良后的强度等指标。

6 基　　床

6.1 基床结构

6.1.1 路基基床应分为表层及底层，表层厚度为 0.6 m，底层厚度为 1.9 m，总厚度为 2.5 m。

6.1.2 基床底层的顶部和基床以下填料部位的顶部应设 4% 的人字排水坡。

6.1.3 陡坡地段的半填半挖路基，路基面以下 1 m 范围内应予以挖除换填，填料应满足第 6.2.1 条、第 6.2.2 条的要求。挖方顶面应设 4% 的向外排水坡。

6.2 路堤基床

6.2.1 基床表层填料的选用应符合下列要求：

1 Ⅰ级铁路应选用 A 组填料（砂类土除外），当缺乏 A 组填料时，经经济比选后可采用级配碎石或级配砂砾石。

2 Ⅱ级铁路应优先选用 A 组填料，其次为 B 组填料。对不符合要求的填料，应采取土质改良或加固措施。

3 填料的颗粒粒径不得大于 150 mm。

4 基床表层的压实标准：对细粒土、粉砂、改良土应采用压实系数和地基系数作为控制指标；对砂类土（粉砂除外）应采用相对密度和地基系数作为控制指标；对砾石类、碎石类、级配碎石或级配砂砾石应采用地基系数和孔隙率作为控制指标。并应符合表 6.2.1—1 和表 6.2.1—2 的规定。

6.2.2 基床底层填料的选用应符合下列要求：

1 Ⅰ级铁路应选用 A、B 组填料，否则应采取土质改良或加固措施。

表 6.2.1—1　基床表层的压实标准

层位	填料类别 / 铁路等级 / 压实指标	细粒土、粉砂、改良土		砂类土（粉砂除外）		砾石类		碎石类		块石类	
		Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级
基床表层	压实系数 K	—	(0.93)	—	—	—	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30}（MPa/m）	—	(100)	—	110	150	140	150	140	—	—
	相对密度 D_r	—	—	—	0.8	—	—	—	—	—	—
	孔隙率 n（%）	—	—	—	—	28	29	28	29	—	—

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

表 6.2.1—2　级配碎石或级配砂砾石的基床表层厚度及压实标准

填　料	厚度（m）	地基系数 K_{30}（MPa/m）	孔隙率（%）	适用范围
级配碎石或级配砂砾石	0.6	≥150	<28	路堤
级配碎石或级配砂砾石	0.5	≥150	<28	软质岩、强风化硬质岩及土质路堑
中粗砂	0.1	≥130	<18	

2　Ⅱ级铁路可选用 A、B、C 组填料。当采用 C 组填料时，在年平均降水量大于 500 mm 地区，其塑性指数不得大于 12，液限不得大于 32%，否则应采取土质改良或加固措施。

3　填料的最大粒径不应大于 200 mm，或摊铺厚度的 2/3。

4　基床底层的压实标准：对细粒土、粉砂、改良土应采用压实系数和地基系数作为控制指标；对砂类土（粉砂除外）应采用相对密度和地基系数作为控制指标；对砾石类、碎石类、级配碎石或级配砂砾石应采用地基系数和孔隙率作为控制指标；对块石类应采用地基系数作为控制指标。并应符合表 6.2.2 的规定。

6.2.3　高度小于 2.5 m 的低路堤，基床表层厚度范围内天然地基的土质及其天然密实度应符合本规范第 6.2.1 条、第 6.2.2 条的有关规定。基床底层厚度范围内天然地基的静力触探比贯入阻

力 P_s 值：Ⅰ级铁路不得小于 1.5 MPa，Ⅱ级铁路不得小于 1.2 MPa；或天然地基基本承载力 σ_0：Ⅰ级铁路不小于 0.18 MPa，Ⅱ级铁路不小于 0.15 MPa。否则应进行换填、改良或加固处理。

表 6.2.2　基床底层的压实标准

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

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

6.3　路堑基床

6.3.1　Ⅰ级铁路基床表层土质不满足第 6.2.1 条要求时，应进行换填处理；Ⅱ级铁路基床表层土质不满足第 6.2.1 条要求时，应采取换填或土质改良等措施。

6.3.2　基床表层土的天然密实度不应小于本规范表 6.2.1—1 压实标准的规定值，否则应采取压实措施。

6.3.3　基床底层厚度范围内天然地基的静力触探比贯入阻力 P_s 值：Ⅰ级铁路不得小于 1.2 MPa，Ⅱ级铁路不得小于 1.0 MPa，或天然地基基本承载力 σ_0：Ⅰ级铁路不小于 0.15 MPa，Ⅱ级铁路不小于 0.12 MPa。否则应进行加固处理。

6.3.4　不易风化的硬质岩石基床，路基面应设 4% 人字排水坡，凹凸不平处应以混凝土或级配砂砾石、级配碎石填平。

6.4　基床加固措施

6.4.1　基床加固措施应根据土质及其密实度、降水量、地下水

类型及其埋藏深度、加固材料来源等确定，经比选可采用就地碾压、换土或土质改良、复合地基、加强防排水、设置土工合成材料等措施。

6.4.2 在水文地质条件复杂及易产生冻害地段，应对基床部分采取防水或防冻害措施。

7 路　　堤

7.1 地基处理

7.1.1 稳定斜坡上地基表层的处理，应符合下列要求：

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

2 地面坡率为 1:10～1:5 时，应清除草皮。

3 地面坡率为 1:5～1:2.5 时，原地面应挖台阶，台阶宽度不应小于 2m。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，在原地面挖台阶后填筑路堤。

7.1.2 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。当符合要求时，应在原地面设计台阶；否则应采取改善基底条件或设置支挡结构等抗滑措施。陡坡路堤靠山侧应设排水设施，并采取防渗加固措施。

7.1.3 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。

7.1.4 地基表层为松散土层，其天然密实度小于本规范表 7.3.1 的压实标准规定值时，当松土厚度不大于 0.3m，应将原地表碾压密实；当松土厚度大于 0.3m，应将松土翻挖，分层回填压实或采取其他加固措施，碾压后的压实质量应满足本规范表 7.3.1 压实标准的规定值。

7.1.5 地基表层为软弱土层，当其静力触探比贯入阻力 P_s 值：Ⅰ级铁路小于 1.2MPa，Ⅱ级铁路小于 1.0MPa 时；或天然地基基本承载力 σ_0：Ⅰ级铁路小于 0.15MPa，Ⅱ级铁路小于 0.12

MPa 时，应根据软弱土层的性质、厚度、含水率、地表积水深度等，采取排水疏干、挖除换填、抛石挤淤或填砂砾石等地基加固措施。

7.1.6 软土及其他类型厚层松软地基上的路基须进行路基稳定性、沉降检算，当稳定安全系数、工后沉降不满足第 7.6.2 条规定时，应进行地基处理。地基处理设计应符合《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035) 的有关规定。

7.2 填 料 要 求

7.2.1 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，应采取加固或土质改良措施；严禁使用 E 组填料。

7.2.2 一次铺设无缝线路的Ⅰ级铁路，路堤与桥台、路堤与硬质岩石路堑连接处的过渡段填料应满足第 7.5.3 条的规定。

铺设非无缝线路的Ⅰ、Ⅱ级铁路的桥头路堤及Ⅰ、Ⅱ级铁路的涵洞两侧路堤填料应采用渗水土填料填筑。

7.2.3 路堤浸水部位的填料，应采用渗水土填料。

7.2.4 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% 的人字排水坡；当上下两层填料的颗粒大小相差悬殊时，应在分界面上铺设厚度不小于 30 cm 的垫层。

7.2.5 填料的最大粒径不宜大于 300 mm 或摊铺厚度的 2/3。

7.3 压 实 标 准

7.3.1 路堤基床以下部位填料的压实标准：对细粒土、粉砂、改良土应采用压实系数和地基系数作为控制指标；对砂类土（粉砂除外）应采用相对密度和地基系数作为控制指标；对砾石类、碎石类应采用地基系数和孔隙率作为控制指标；对块石类应采用地基系数作为控制指标。并应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1　路堤基床以下部位填料的压实标准

填筑部位	填料类别 / 铁路等级 / 压实指标	细粒土、粉砂、改良土		砂类土（粉砂除外）		漂石类		碎石类		块石类	
		Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅱ级
不浸水部分	压实系数 K	0.90	0.90	—	—	—	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30}（MPa/m）	80	80	80	80	110	110	120	120	130	130
	相对密度 D_r	—	—	0.7	0.7	—	—	—	—	—	—
	孔隙率 n(%)	—	—	—	—	32	32	32	32	—	—
浸水部分及桥涵两端	压实系数 K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30}（MPa/m）	—	—	(80)	(80)	(110)	(110)	(120)	(120)	(130)	(130)
	相对密度 D_r	—	—	(0.7)	(0.7)	—	—	—	—	—	—
	孔隙率 n(%)	—	—	—	—	(32)	(32)	(32)	(32)	—	—

注：1　括号内为砂类土（粉砂除外）、漂石类、碎石类、块石类中渗水土填料的压实标准；

2　一次铺设无缝线路的Ⅰ级铁路，路堤与桥台、路堤与硬质岩石路堑连接处过渡段填料的压实标准应满足第 7.5.3 条的规定。

7.3.2　施工控制含水率的范围，应根据填料性质、压实标准和机械压实能力综合确定。细粒土和可击实的粗粒土填筑时的含水率应接近最优含水率，当含水率过高或过低时，可采取疏干晾晒或加水湿润等措施。

7.3.3　路堤边坡高度大于 15 m 时，应满足以下要求：

1　根据填料、边坡高度等加宽路基面，其每侧加宽值 Δb 应按式（7.3.3）计算。

$$\Delta b = C \cdot H \cdot m \tag{7.3.3}$$

式中　C——沉降比，细粒土约为 0.01～0.02，漂石土、卵石土、碎石土、粗粒土约为 0.005～0.015，硬块石土约为 0.005～0.01，软块石土约为 0.015～0.025；

H——路堤边坡高度（m）；

m——道床边坡坡率，$m=1.75$。

2　基床以下填料的压实标准应采用基床底层的压实标准。

7.4　边坡形式和坡率

7.4.1　路堤边坡形式和坡率应根据填料的物理力学性质、边坡高度、轨道和列车荷载及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 7.4.1 范围时，其边坡形式和坡率应按表 7.4.1 采用。

表 7.4.1　路堤边坡形式和坡率

填料名称	边坡高度（m）			边坡坡率			边坡形式
	全部高度	上部高度	下部高度	全部坡率	上部坡率	下部坡率	
细粒土、易风化的软块石土	20	8	12	—	1:1.5	1:1.75	折线型
粗粒土（细砂、粉砂除外）、漂石土、卵石土、碎石土、不易风化的软块石土	20	12	8	—	1:1.5	1:1.75	折线型
硬块石土	8	—	—	1:1.3	—	—	直线型
	20	—	—	1:1.5	—	—	直线型

注：1　当有可靠资料和经验时，可不受本表限制；

2　Ⅰ级铁路的路堤边坡高度不宜大于 15 m；

3　填料为粉砂、细砂、膨胀土等时，其边坡形式和坡率应按《铁路特殊路基设计规范》的有关规定设计。

7.4.2　路堤边坡高度大于表 7.4.1 的数值时，其超出的下部边坡形式和坡率，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。

7.4.3　路堤坡脚外应设置不小于 2 m 宽的天然护道。在经济作物区地段，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。

7.5　过　渡　段

7.5.1　一次铺设无缝线路的Ⅰ级铁路，路堤与桥台连接处应设

置路桥过渡段，并应按图 7.5.1 进行设计。台后基坑应以混凝土回填或以碎石分层填筑压实。

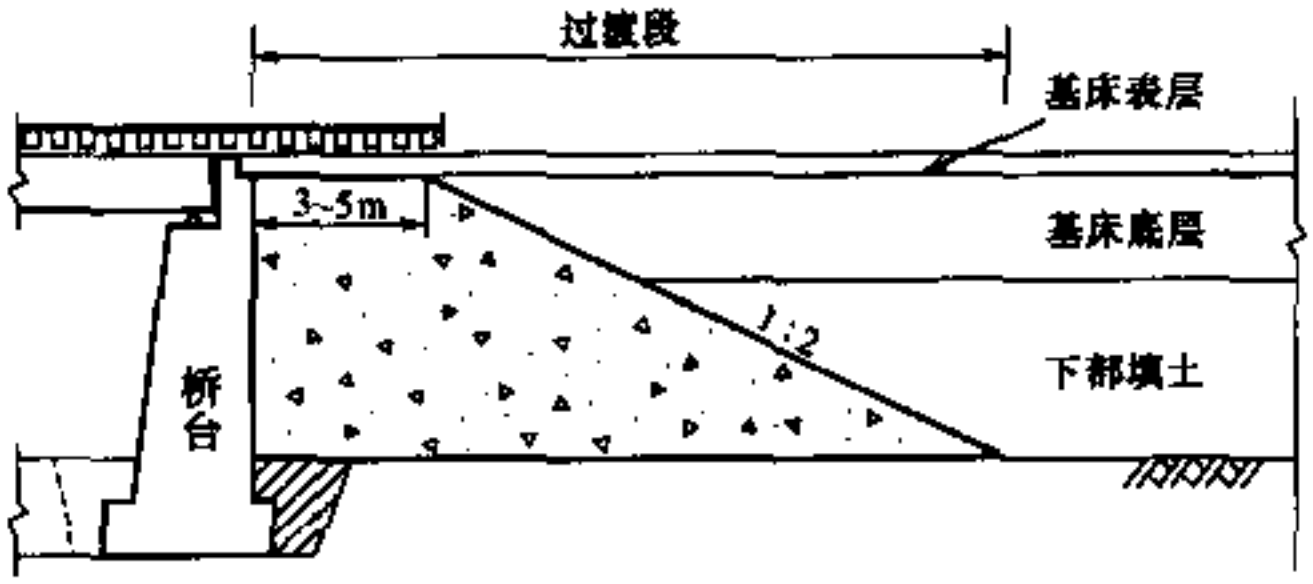


图 7.5.1　路桥过渡段设计图

7.5.2　一次铺设无缝线路的Ⅰ级铁路，路堤与路堑连接处应设置过渡段：

1　当路堤与路堑连接处为硬质岩石路堑时，在路堑一侧沿原地面纵向设计台阶，台阶高度为 0.6 m 左右，并应在路堤一侧设置过渡段，见图 7.5.2—1。

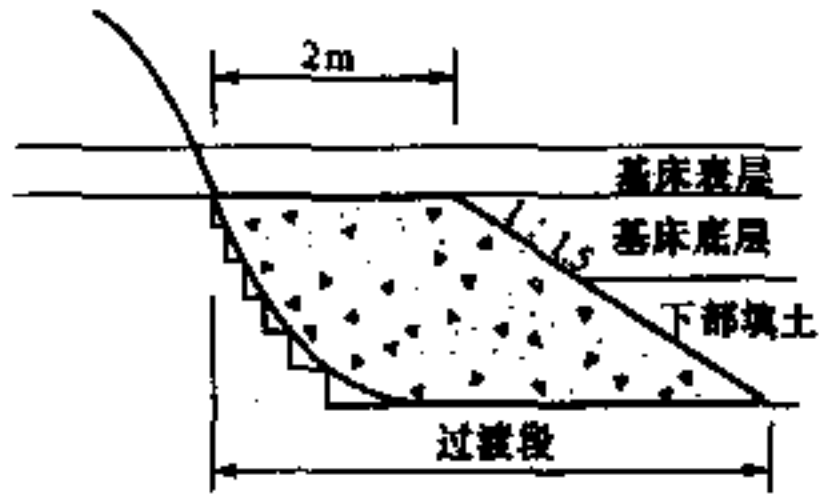


图 7.5.2—1　路堤与硬质岩石路堑过渡段设计图

2　当路堤与路堑连接处为软质岩石或土质路堑时，应先沿原地面纵向挖成 1:1.5 的坡面后，再在 1:1.5 的坡面上设置台阶，台阶高度为 0.6 m 左右，见图 7.5.2—2。开挖回填部分的填料及压实标准与路堤相同。

7.5.3　路堤与桥、路堤与硬质岩石路堑连接处过渡段的基床表

层填料与压实标准应与相邻基床表面相同，基床表层以下应选用A组填料，压实标准应符合表6.2.1—1基床底层的要求。当过渡段浸水时，浸水部分的填料还应满足渗水土的要求。

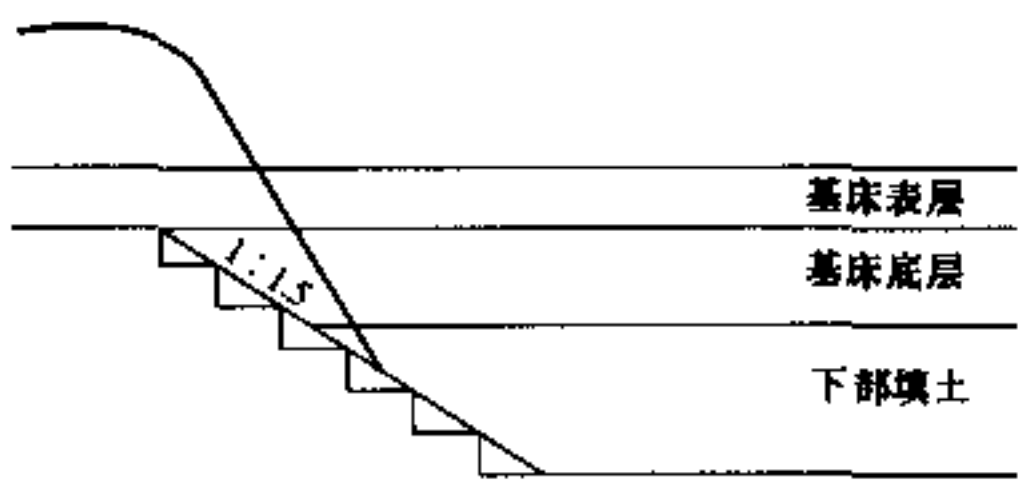


图7.5.2—2　路堤与软质岩石、土质路堑过渡段设计图

7.6　沉降控制

7.6.1　软土地基沉降计算应符合下列规定：

1　地基沉降量计算其压缩层厚度按附加应力等于0.1倍自重应力确定；

2　地基的总沉降量（S）计算应包括瞬时沉降（S_d）、主固结沉降（S_c），对于富含有机质土和泥炭土尚应计算次固结沉降（S_s）；

3　双线路基地基沉降计算时列车荷载只计算单线。

7.6.2　**软土及其他类型松软地基上的路基应进行工后沉降分析。路基的工后沉降量应满足以下要求：Ⅰ级铁路不应大于20 cm，路桥过渡段不应大于10 cm，沉降速率均不应大于5 cm/年；Ⅱ级铁路不应大于30 cm。**

7.6.3　路基的工后沉降不满足第7.6.2条要求时，应进行地基处理。

7.7　取土场（坑）设置

7.7.1　取土场（坑）的设置，应根据各地段取土性质、数量，

并结合路基排水、地形、土质、施工方法、节约用地、环保等要求，作出统一规划。

7.7.2 取土场（坑）设置应符合下列规定：

1 取土场（坑）的土质应符合路基填料要求。

2 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。

3 桥头河滩路堤的取土坑必须设在下游侧。

4 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‰。

5 当取土坑较深时，边坡坡脚至取土坑距离应保证路堤边坡稳定，取土坑内侧坑壁应采取防护措施。

7.7.3 当路堤填方数量大而集中时可远运或集中取土。

7.7.4 集中取土场应采取必要的挡护措施，以保证边坡的稳定，减少水土流失。

8 路　　堑

8.1 一 般 规 定

8.1.1 路堑边坡高度不宜超过 30 m，对严重风化、岩体破碎的石质路堑、特殊岩土和土质路堑的边坡高度更应严格控制，并采取可靠的支挡防护措施。

8.1.2 路堑设计应减少对天然植被和山体的破坏，防止诱发地质灾害。

8.2 土 质 路 堑

8.2.1 土质路堑边坡形式及坡率应根据工程地质和水文地质条件、土的性质、边坡高度、防排水措施、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。

8.2.2 当土质路堑边坡高度小于 20 m 时，边坡坡率可按表 8.2.2 设计。

表 8.2.2 土质路堑边坡坡率

土 的 类 别		边坡坡率
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
漂石土、块石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土	胶结和密实	1:0.5～1:1.25
	中　　密	1:1.25～1:1.5

注：1 细砂、粉砂、黄土、膨胀土等路堑边坡形式及坡率应按《铁路特殊路基设计规范》(TB10035) 有关规定执行；

2 有可靠的资料和经验时，可不受本表限制。

8.2.3 土质路堑边坡高度大于 20 m 时，其边坡坡率应按本规范第 8.2.2 条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。

8.2.4 土质路堑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 1 m。

8.2.5 较深土质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 2 m。在年平均降水量小于 400 mm 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。

8.3 岩石路堑

8.3.1 岩石路堑边坡形式及坡率应根据工程地质和水文地质条件、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等因素综合考虑确定。必要时可采用稳定分析方法予以检算。

8.3.2 岩石路堑边坡高度小于 20 m 时，边坡坡率可按表 8.3.2 的规定设计。

表 8.3.2 岩石路堑边坡坡率

岩石类别	风化程度	边坡坡率
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率应按《铁路特殊路基设计规范》(TB10035) 有关规定执行；

2 有可靠的试验资料和经验时，可不受本表限制。

8.3.3 软质岩、强风化或全风化的岩石路堑，可按本规范第 8.2.4 条和第 8.2.5 条规定设置平台和排水设施。

8.3.4 硬质岩路堑应根据岩体结构、结构面产状、岩性等，并

结合施工影响范围内既有建筑物的安全性要求等，采用光面、预裂爆破等控制爆破技术。

8.3.5 边坡高度大于 20 m 的软弱松散岩质路堑，当岩层风化破碎、节理发育时，应根据边坡工程地质条件，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。

8.4 弃土场（堆）设置

8.4.1 弃土场（堆）设置不应影响山体或边坡稳定，弃土场（堆）内侧坡脚至堑顶的距离应根据路堑土质条件和边坡高度确定，不宜小于 5 m。

8.4.2 陡坡路基和深路堑地段的弃土场（堆）应置于山坡下侧，并间断堆填，以保证弃土堆内侧地面水能顺利排出。

8.4.3 桥头弃土不得挤压桥墩台，阻塞桥孔。

8.4.4 对弃土场应采取必要的挡护措施，确保边坡稳定和符合环保要求。

9 路基排水

9.1 一般规定

9.1.1 路基设计应有完整、通畅的排水系统。排水设施应布置合理，与桥涵、隧道、站场等排水设施衔接配合，并具有足够的过水能力。

9.1.2 排水设施应根据各段落的汇水面积、表面形状、周边地形、地质情况、地下水状况和气候等条件进行设计。

9.1.3 路基排水设施设计时，应与水土保持及农田水利的综合利用相结合。

9.1.4 城市地区的路基排水应与地方排灌和排污系统密切配合。

9.2 地面水

9.2.1 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。排水设施布置应符合下列规定：

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。农田高产区两侧排水困难时，可在路堤坡脚设矮脚墙。

2 路堑应于路肩两侧设置侧沟。

3 堑顶外可设置单侧或双侧天沟。

4 路堑边坡平台截水沟的设置应符合本规范第 8.2.5 条要求。

5 天沟、侧沟、排水沟、边坡平台截水沟等各类排水设施的设置，应符合将水引排至路基以外的要求。

9.2.2 地面横坡明显地段的排水沟、天沟可在横坡上方一侧设置。当地面横坡不明显时，宜在路基两侧设置。

9.2.3 路堑顶部无弃土堆时，天沟内边缘至堑顶距离不宜小于5m。当沟内采取加固防渗措施时，距离不应小于2m。

9.2.4 地面排水设施的纵坡，不应小于2‰。平坦地面或反坡排水地段，在困难情况下，可减小至1‰。

9.2.5 侧沟、天沟、排水沟的横断面，应有足够的过水能力。

1 当不需按流量计算时，可采用以下措施：

1）路堑地段的侧沟底宽0.4m、深度0.6m，干旱少雨地区或硬质岩石地段的侧沟可减少至0.4m；对土质等路堑，当基床表层换填A、B组填料时，其侧沟深度不应小于0.8m（含困难地段）。

侧沟靠线路一侧沟壁的边坡坡率可采用1:1。当侧沟外侧与加固防护工程相连时，侧沟外侧沟壁的边坡与加固防护工程的胸坡相同；当有侧沟平台时、外侧沟壁的边坡坡率采用1:1。在砂类土中的两侧沟壁的边坡坡率采用1:1～1:1.5。

2）天沟、排水沟的尺寸为底宽0.4m、深度0.6m。干旱少雨地区或硬质岩石路堑地段，深度可减少至0.4m。天沟、排水沟沟壁的边坡坡率一般采用1:1，细粒土和砂类土地段宜采用1:1～1:1.5。

3）边坡平台截水沟的尺寸可采用底宽0.4m，深度0.2～0.4m。

4）位于反坡排水地段或小于2‰坡道的路堑侧沟、天沟、排水沟，其分水点的沟深可减少至0.2m。

2 需按流量设计的侧沟、天沟、排水沟，其横断面应按1/50洪水频率的流量进行计算，沟顶应高出设计水位0.2m。

9.2.6 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，出口处设置消能设施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，按1/50洪水频率流量确定。

9.2.7　土质、软质岩、强风化或全风化的硬质岩石地段的侧沟、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。

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

9.2.9　路堑侧沟的水不得流经隧道排出。当排水困难且隧道长度小于 300 m，洞外路堑排水沟的水量较小、含泥量少时，经研究比较确定。

9.3　地　下　水

9.3.1　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及对环境的影响，选用适宜的排除地下水设施。

1　当地下水埋藏浅或无固定含水层时，可采用明沟、排水槽、渗水暗沟、边坡渗沟、支撑渗沟等。

2　当地下水埋藏较深或为固定含水层时，可采用渗水隧洞、渗井、渗管或仰斜式钻孔等。

9.3.2　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、渗水隧洞的横断面及结构尺寸，应根据埋置深度、施工和维修条件通过计算确定。

9.3.3　在水文地质条件复杂易产生冻害地段，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。

9.3.4　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、厚度和颗粒级配等应根据坑壁土质和反滤层材料经计算确定，并应符合下列要求：

1　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%。

2　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、粉土或粉细砂时，在无砂混凝土块板外侧，应加设厚 10～15 cm 的中粗砂或土工织物反滤层。

3　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、粉土或粉细砂时，可在土工织物与坑壁土之间增铺一层 10～15 cm 厚的中砂。

9.3.5　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；仰斜式排水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。

9.3.6　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，井口应设井盖及护栏等安全设施。

10 路基支挡及防护

10.1 一般规定

10.1.1 路基支挡、防护结构工程设计时，必须查明山体和地基的工程地质、水文地质条件，取得必要的岩土物理力学参数。

10.1.2 路基支挡结构设计应符合《铁路路基支挡结构设计规范》（TB10025）的规定。

10.1.3 对支挡结构基底下持力层范围内的软弱层，应检算其整体稳定性。整体稳定系数，重力式挡土墙不得小于1.2，其他挡土墙不得小于1.3。

10.1.4 增建第二线，在并行不等高的两线间设置支挡结构时，应根据路基情况、地基基础、施工对行车干扰等因素全面考虑确定设计方案。

10.1.5 城市及风景区的路基支挡、防护结构工程宜考虑与其他相邻建筑物的协调。

10.1.6 以粉土、粉细砂填筑的路堤，宜在两侧边坡2～3 m范围内分层水平铺设土工格栅，其竖向间距为0.5～0.6 m。

10.1.7 路堤边坡应设置防护工程，当填料及气候条件适宜时，应优先采用植物防护，并设置骨架。铁路路基边坡绿色防护工程应作为路基工程的组成部分，与其同步设计。

10.1.8 铁路路基边坡绿色防护工程设计应遵循因地制宜、安全可靠、经济合理和植物防护或植物防护与工程防护措施综合应用的原则。

10.1.9 铁路路基边坡绿色防护工程应结合工程实际情况，选段开展试验工作，完善设计，指导施工。

10.2 坡面防护

10.2.1 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、边坡坡率与高度、环境保护、水土保持要求等，选用适宜的防护措施。

10.2.2 路基边坡坡面防护工程类型及其适用条件宜按表10.2.2的规定选用。

表 10.2.2 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	种草或液压喷播植草	土质边坡。坡率缓于 1:1.25	当边坡较高时，可用土工网、土工网垫与种草结合防护
	铺草皮	土质和强风化、全风化的岩石边坡。坡率不陡于 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、软质岩和全风化的硬质岩石边坡。坡率不陡于 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
	喷混植生	漂石土、块石土、卵石土、碎石土、粗粒土和强风化、弱风化的岩石路堑边坡。坡率不陡于 1:0.75	种植基材应通过配合比试验或小范围工程试验确定，边坡高度不宜大于 10 m
	客土植生	漂石土、块石土、卵石土、碎石土、粗粒土和强风化的软质岩及强风化、全风化的硬质岩石路堑边坡，或由其弃碴填筑的路堤边坡，坡率不陡于 1:1	边坡高度不宜大于 8 m
喷护	喷播砂水泥土，厚度为 6～10 cm，材料为砂、水泥、黏性土	易受冲刷的土质堑坡。坡率不陡于 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、全风化的岩石堑坡。坡率不陡于 1:0.5	

续表 10.2.2

防护类型	结构形式	适用条件	注意事项
喷护	喷混凝土，厚度≥8 cm，材料为砂、水泥、碎石	易风化但未遭强风化、全风化的岩石堑坡。坡率不陡于1:0.5	选好材料配合比和水灰比，一般应通过试喷
挂网喷护	锚杆铁丝网（或土工格栅）喷混凝土或喷浆。锚固深度为1.0～2.0 m，网距为20～25 cm，其他同喷护	喷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
干砌片石护坡	一般厚度为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堑坡；局部土质堑坡嵌补。坡率不陡于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
浆砌片石护坡	厚度为30～40 cm，水泥砂浆砌筑	易风化的岩石边坡和土质边坡。坡率不陡于1:1	—
浆砌片石或混凝土骨架护坡	骨架宜用带排水槽的拱型骨架，也可采用人字型、方格型。骨架内铺草皮、液压喷播植草或干砌片石等	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。坡率不陡于1:1	护坡四周需用浆砌片石或混凝土镶边，混凝土骨架视情况在节点处加锚杆，多雨地区采用带排水槽的拱型骨架，骨架埋深不小于0.4 m
浆砌片石护墙	等截面厚度为50 cm；变截面顶宽为40 cm，底宽视墙高而定	土质和易风化剥落的岩石边坡。坡率不陡于1:0.5	等截面护墙高不宜超过6 m，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

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

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

10.2.5 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15 m时，宜在适当高度处设平台，平台宽度不宜

小于 2 m。

10.2.6 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。

10.2.7 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，应采取措施将水引排。

10.2.8 土质和易风化岩石的深路堑边坡，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。

10.2.9 用砂类土、细粒土等填料填筑的路堤，应根据具体情况采取防护措施。

10.3 冲刷防护

10.3.1 沿河地段路基应根据河流特性、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。

10.3.2 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 10.3.2 的规定选用。

在流速为 2～5 m/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。

10.3.3 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，还应计入桥前水面横坡所形成的附加高度。防护工程基底应埋设在冲刷深度以下不小于 1 m 或嵌入基岩内。冲刷深度应根据公式计算、河床地层冲淤分析和类似工程的实践资料综合分析确定。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或与设桥方案进行比较。

10.3.4 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，以防止恶化上下游的水文条件。

表 10.3.2　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	
		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
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
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
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
石　笼	镀锌铁丝制成箱形或圆形，笼内装石块	4～5	受洪水冲刷但无漂石河段和大石料缺少地区
大型砌块	2 m×2 m×2 m 3 m×3 m×2 m	5～8	受主流冲刷严重的河段
浸水挡土墙	—	5～8	峡谷急流和水流冲刷严重的河段

10.3.5　设置导流建筑物时，应根据河道的地形、地质、水流性质、河道演变规律和防护要求等规划导治线，并应避免冲刷农田、村庄、道路和下游路基。在山区河谷地段，不宜设置挑水导流建筑物。

10.3.6　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。

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。

10.3.7 遇有水流直冲威胁路基安全时，应及时做好防冲刷工程。必须改移河道时，应根据河流特性及其演变规律，因势利导，慎重对待，并与设桥方案进行经济技术比较。改河的起点和终点应与原河床顺接。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。

11 改建与增建第二线路基

11.1 改建既有线路基

11.1.1 改建既有线路基应在充分勘察、调查、试验资料的基础上开展设计工作。

11.1.2 改建既有线单双绕地段路基应按新建标准设计，改建地段除符合本标准外，还应执行铁道部关于既有线改建的有关规定。

改建地段应采取措施以减少运营干扰，保证行车安全。并注意新建绕行地段与利用地段的衔接和过渡。

11.1.3 改建既有线路肩高程应符合本规范第3章的有关规定。

11.1.4 路基面形状应符合下列要求：

1 既有路基面高度不变，仅帮宽路基时，应自既有线道床坡脚处向外做成4%的横向排水坡。

2 抬高或下挖既有路基面时，应由线路中心向两侧设4%的横向排水横坡。

11.1.5 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4.2.2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。

11.1.6 设计速度为160 km/h以下的改建地段，既有线基床表层的基本承载力不应小于0.15 MPa，否则应进行换填或加固处理。

设计速度为160 km/h的改建地段，既有线基床表层应满足既有线提速160 km/h路基技术条件的有关规定。

11.1.7 对改建地段的路基既有病害，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，采取彻底整治、不留后患的措施。

11.1.8 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，应符合新建铁路的标准。

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，分层加筋、分层碾压。

4 帮填路堤边坡形式和坡率应符合本规范第 7.4 节规定。

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

11.1.9 改建既有线路堑边坡坡率可按本规范第 8 章有关规定或根据既有路堑稳定边坡坡率确定，并应尽量减少剥皮刷方，必要时可增设挡护工程。

11.1.10 既有路堑边坡病害经多年整治已趋稳定的地段，改建时应尽量减少拆除工程，不宜触动原边坡。

11.1.11 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、设置侧沟盖板等措施加宽路基。削减后的侧沟平台宽度不宜小于 1 m。

11.1.12 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。对易产生基床病害的既有路堑还应采取防止积水沿路基面下渗的措施。

11.1.13 施工与运营相互干扰地段的路基设计，应采取保证行车及施工安全的措施。对控制工期的地段，按采取维持临时行车的过渡措施进行设计。岩石路堑刷方地段，应采用光面、预裂爆破等控制爆破技术。

11.2 增建第二线路基

11.2.1 增建第二线路基应考虑与既有线路基间的相互影响，统

筹兼顾，必要时可采取维持临时通车的过渡措施。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。

11.2.2 增建第二线一侧的路肩高程、路基面宽度、边坡坡率等应符合本规范的有关规定。

11.2.3 增建并行的第二线路基面，当第二线路肩高于既有路肩时，第二线路基面应设计为三角形路拱，并应自既有线路肩或以下向外做4%的排水横坡，横坡以上部分应采用A组填料；当第二线路肩低于既有路肩时，应通过第二线路肩设置4%的排水横坡。

11.2.4 增建并行的第二线路基的填料及压实标准应符合本规范有关要求。

11.2.5 并行不等高地段的路基，两线间边坡坡率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。

11.2.6 增建并行第二线及换侧地段，帮填路堤应按本规范第11.1.8条的要求设计台阶。

11.2.7 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施。

11.2.8 扩宽岩石路堑时，应按本规范第11.1.11条的要求进行设计。

11.3 既有建筑物的改建、加固和利用

11.3.1 防护工程较复杂地段，当既有挡护设备使用良好，且能保证新线路基的稳定和行车安全时宜保留。

11.3.2 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。

11.3.3 采用干砌片石垛加宽或加高路肩时，其高度不应超过1 m。

11.3.4 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。

11.3.5 改建与增建第二线路基，应保证原有排水系统通畅和排水设施的完整。

附录 A　列车和轨道荷载换算土柱高度及分布宽度

表 A

项目					单位	Ⅰ级铁路					Ⅱ级铁路		
						特重型		重型		次重型	次重型	中型	轻型
路段旅客列车设计行车速度 v					km/h	120≤v≤160		120<v≤160	120	120	80≤v≤120	80≤v≤100	80
轨道条件	钢轨				kg/m	75	60	60	60	50	50	50	50
	混凝土轨枕型号					Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
	铺轨根数				根/km	1667	1667	1667	1667	1760	1760	1760	1760
	混凝土轨枕长度				m	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5
	道床顶面宽度				m	3.5	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3	3.0	2.9
	道床边坡坡率					1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.5
基床表层类型	土质	道床厚度			m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.40	0.35
		换算土柱	换算土柱宽度		m	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5	3.5	3.4	3.3
			荷载强度		kPa	60.2	60.2	59.7	59.7	60.1	60.1	59.1	58.5
			重度	18 kN/m³	m	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3
				19 kN/m³	m	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1
				20 kN/m³	m	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
				21 kN/m³	m	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8

换算土柱高度

续表 A

项目							单位	Ⅰ级铁路					Ⅱ级铁路		
								特重型		重型		次重型	次重型	中型	轻型
基床表层类型	硬质岩石	道床厚度					m	0.35	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.25
		换算土柱	换算土柱宽度				m	3.4	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.2	3.1
			荷载强度				kPa	60.5	60.4	60.1	60.1	60.8	60.8	59.8	59.6
			重度	19 kN/m³	换算土柱高度		m	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
				20 kN/m³			m	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0
				21 kN/m³			m	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
				22 kN/m³			m	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
	级配碎石或级配砾石	道床厚度					m	0.3	0.3	0.3	—	—	—	—	—
		换算土柱	换算土柱宽度				m	3.3	3.3	3.3	—	—	—	—	—
			荷载强度				kPa	60.8	60.7	60.3	—	—	—	—	—
			重度	19 kN/m³	换算土柱高度		m	3.2	3.2	3.2	—	—	—	—	—
				20 kN/m³			m	3.1	3.1	3.1	—	—	—	—	—
				21 kN/m³			m	2.9	2.9	2.9	—	—	—	—	—
				22 kN/m³			m	2.8	2.8	2.8	—	—	—	—	—

注：1 表中换算土柱高度按特重型、重型、次重型轨道为无缝线路，中型、轻型为有缝线路轨道的计算值；当重型、次重型轨道铺设有缝线路时，其换算土柱高度应减小 0.1 m；

2 重度与本表不符时，需另计算换算土柱高度；

3 列车竖向荷载采用“中一活载”，即轴重 220 kN，间距 1.5 m；

4 列车和轨道荷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；

5 Ⅱ型轨枕的换算土柱高度考虑了轨枕加强地段每千米铺设根数 1840 的影响。

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	M7.5	MU20	—	侧沟、天沟、排水沟
		MU30	—	坡面防护、边坡渗沟、护墙、渗水暗沟、急流槽、冲刷防护，严寒地区的侧沟、天沟、排水沟
	M10	MU30	—	渗水隧洞边墙
混凝土或片石混凝土	—	—	C15	检查井、渗水隧洞、冲刷防护、支挡结构物、基础垫层
	—	—	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
钢筋混凝土	—	—	C20～C40	检查井、冲刷防护、支挡结构物

注：1　最冷月的平均温度在－5～－15℃的地区为寒冷地区；－15℃以下的地区为严寒地区；

2　钢筋混凝土结构的混凝土强度等级按下列要求选择：

1）当采用 HRB335 级钢筋时，混凝土强度等级不宜低于 C20；

2）当采用 HRB400 或 RRB400 级钢筋以及承受重复荷载的构件，混凝土强度等级不得低于 C20；

3）预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C30；当采用钢绞线、钢丝、热处理钢筋作预应力钢筋时，混凝土强度等级不宜低于 C40；

4）严寒及寒冷地区的潮湿环境中，结构混凝土应满足抗冻要求，混凝土抗冻等级应符合有关标准的要求。

附录C　铁路建设用地

C.1　一般规定

C.1.1　铁路建设用地设计应贯彻“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的基本国策，坚持依法用地、科学用地、合理用地和节约用地的原则。

C.1.2　铁路建设用地的征用和使用应按《中华人民共和国土地管理法》等国家有关法律、法规和规章办理。

C.1.3　铁路建设用地应适应铁路建设、发展的需要，满足运输生产、日常养护维修和安全防护等要求。

C.1.4　铁路建设用地分为征收土地和临时用地。

C.1.5　铁路建设征收土地地界线上和地界拐点处应埋设地界桩。地界桩制作及埋设按铁道部《铁路建设项目竣工建设用地验收交接实施办法》规定执行。

C.2　征收土地

C.2.1　区间线路用地：

1　路堤用地宽度：排水沟、护道或坡脚矮挡墙边缘外不小于3 m；路基两侧兼作排水的取土坑、弃土场（堆）时，其边缘外不小于2 m。

2　路堑用地宽度：天沟外不小于2 m；无天沟时，距路堑堑顶边缘外不小于5 m。

3　雪害及风沙地段，铁路建设用地界应在防护工程最外边缘不小于10 m。封沙育草带地段，铁路建设用地界为封沙育草带外边缘。

4　特殊地段应根据路基稳定与防护工程需要，合理确定用

地范围。

5　通过林区的铁路，其铁路建设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。

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

7　隧道用地应按其专业的要求确定。浅埋隧道及隧道洞口上方，应结合隧道结构和排水设计确定用地范围。

C.2.2　车站用地应按照《铁路旅客车站建筑设计规范》(GB 50226）确定。站场、铁路运输生产单位以及铁路给排水、专用通信、供电和其他运输保障设施等的用地，应按各专业设计规范要求确定范围。

C.2.3　当具备设置绿色通道条件时，宜在区间线路用地界内建设绿色通道，有条件时可加宽至路堤排水沟、护道或坡脚挡墙外缘 5 m。

C.3　临 时 用 地

C.3.1　铁路建设有下列情形的，可作为临时用地：

1　路基两侧不兼作排水的取土场(坑)、弃土场(堆)用地；

2　远离线路的集中取土场（坑)、弃土场（堆）用地；

3　管网工程在施工期间占用的土地；

4　施工器材堆放及施工机具停放场地；

5　施工便道用地；

6　施工工棚用地；

7　施工其他临时用地。

C.3.2　临时用地占用的耕地应依法复垦。

C.3.3　临时用地期满，应及时将临时用地清理后交还原土地所有者或使用者。

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”。

《铁路路基设计规范》
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。

1.0.3 目前，我国铁路工程设计统一采用中—22级活载作为标准活载，简称“中—活载”。所以路基工程设计的计算列车活载均以“中—活载”为标准，不另加系数。

当行车速度较小时，列车在运行中产生的冲击力、离心力、制动力和摇摆力对路基的影响不大，在路基设计中一般不计其应力影响。但由于设计行车速度的提高，列车通过频率也相应增大，在路基基床中产生的动应力作用已不可忽视。因此在基床设计中，尚应考虑列车动应力及其实际影响范围进行设计。除此之外，路基设计一般都采用静力法进行荷载换算，即将路基面上的轨道和列车荷载的合力，换算成与路基重度相同的土柱来代替作用在路基面上的荷载。

1.0.5 本条规定了对路基设计的基本要求。

（1）作为承托线路轨道的基础，路基必须保证轨道经常保持平顺，使列车通过时能在容许的弹性变形范围内平稳，安全地运行。因此，路基必须填筑密实，使其具有足够的强度，在轨道和列车荷载的作用下，不致使路基和轨道产生过大的不容许的沉降变形。同时，这也是满足列车规定的行车速度、减小列车动应力对路基的不良影响，防止产生路基病害特别是基床病害的基本要求之一。

路基要承受轨道和列车荷载以及各种自然因素的作用，还必须具有足够的稳定性，使其不致在路基本体或其地基产生破坏和位移，以保证行车的安全畅通。

（2）由于路基是在各种复杂条件下工作的土工建筑物，有各种自然因素影响着它的强度和稳定性，如风、雨、雪、大气温度变化、地震、水流等常会对路基造成破坏作用。因此，要采取适当措施，使路基具有在这些自然因素长期作用下的耐久性。

综上所述，必须充分考虑路基的强度、变形特性及其耐久性，制定相应的标准，将路基作为土工结构物进行设计。

此外，为了列车的安全运行，路基两侧山坡上危石要予以处理。

1.0.9 铁路建设中，路基土石方工程所占比重较大，所需劳力和机具较多，取、弃土占用的土地也较多。为合理地节约投资和劳力，少占农田，对土石方进行合理调配和取弃土的合理设置是十分必要的。

本次修订对路基各部位的填料做了较大的变动，尤其对基床表层填料提出了非常严格的要求，土石方调配要保证所取的土质满足其填筑部位的填料标准。为确保填料标准，设计时对就近取土、远运土和土质改良应进行认真分析、比选。

1.0.12 路基的排水设计是一项重要工作。根据各铁路局的工务经验，由于排水不畅造成的路基病害状况十分严重，尤其在年降水量较大地区，水对路基的影响在许多方面占据着主导地位，是病害产生的首要因素。因此，为防止产生病害，必须做好路基的排水设计，以保证路基的安全稳固。

1.0.15 随着铁路运营养护技术的发展，今后Ⅰ级铁路均采用大型养路机械，不再需要设养路机械作业平台。故本次修订仅规定未采用大型养路机械的Ⅱ级铁路需设养路机械作业平台，平台设计为：在区间路基上每隔 500 m 左右设置一处平台，供存放发电机及其他养路机具之用。由于平台间距按 500 m 设置，养路机械

作业所携带的电缆需要有250 m以上的长度才能在平台的两边线路开展工作。如平台间距再放大，则携带的电缆长度需相应增加，工作点拉开距离亦较远，不便于养路维修。在选择平台位置时，不一定要按照500 m间距硬性设置，可因地制宜地在500 m附近，找平台土方量较小的地方、填挖交界处或平交道边侧来设置，这样可减少工程量。

由于当前养路机械尚未定型化，各铁路局所用机具还不一致，因此平台的具体尺寸待统一后再作补充。目前可由设计单位与有关铁路局商定。

1.0.17 根据近年来多条电气化铁路干线的施工情况来看，线路两侧设置的杆架、沟槽、管线等设施和路基的干扰较大，经常在已填筑密实的路基上又重新开挖施工这些工程，其中电缆沟槽的施工和路基本体之间的干扰尤为严重，对路基的完整性和稳定性造成了不良影响。因此制定本条，对以上各类工程在路基本体范围内的设置尤其是电缆沟槽的设置做了原则性的规定。

1.0.18 本规范将混凝土与砌体的强度等级及其表示方法同国标进行统一。

附录B对路基工程中使用的混凝土、石料及其砌筑用的水泥砂浆等材料的最低强度等级作了统一规定，但由于路基工程中各种结构类型繁多，表中难以全部罗列，设计时可以参照附录B中相类似的结构物选用。

表中混凝土或片石混凝土的最低强度等级为C15，而不采用C10，这是由于C10混凝土配合比中水泥含量少，和易性、粘结性差，不宜用于主体工程。

3.0.1 本条文所提设计洪水位频率和潮位重现期，为计算设计水位而确定路肩高程所必需。

（1）当观测洪水频率小于规定的设计洪水频率时，为安全计，采用观测洪水频率，但观测洪水频率值越小则其重现机率越小，若采用值过小势必增大工程投资。因此限制不能小于1/300。

考虑到小桥涵附近的路基同样容易受到洪水危害，因此其观测洪水频率与滨河路基等采用同一标准。

由于大型水库水坝的安全性比铁路的影响更大，因此大型水库的水库路基设计洪水频率不采用水库的设计洪水频率标准，仍采用与滨河路基等相同的设计洪水频率标准。

（2）当水库淤积严重，对路基工程造成不利影响时，可预估淤积量，酌量提高路基设计洪水频率标准，并在可研阶段中报部审批。

（3）改建既有线和增建第二线时，宜尽量利用既有设备。因此往往不采用新线洪水频率标准，而是结合既有线运营期间的水害情况在可研阶段时确定设计洪水频率标准。当既有线运营期间水害确实严重时，也可采用新线设计洪水频率标准。

（4）滨海铁路路堤暴露于外海，直接受到潮位控制且路基面不允许越浪，要求在一定稀遇频率的高潮位及波浪发生时能抵抗高潮位及波浪的侵袭，保证路堤稳定及运输安全，其设计水位应和陆域铁路一样具有同等级的标准。因此滨海路堤的设计水位，Ⅰ、Ⅱ级铁路采用重现期为 100 年一遇的高潮位。

3.0.2 当同时具有斜水流局部冲高与波浪侵袭高度时，由于两者相互干扰，不予叠加，可取二者中较大值控制设计。

3.0.3 当铁路设计洪水频率低于水库设计洪水频率标准时，为避免路基长期被库水淹没，应采用水库正常高水位作为设计水位。

3.0.4 为确保滨海路基的安全，路肩的设计高程除必须满足设计水位（设计标准高潮位）所需高度外，同时应考虑为抗御波浪对路堤的侵袭所需的高度。因此路肩高程应不低于设计高潮水位加波浪侵袭高度（波浪爬高）并加不小于 0.5 m 的安全高度。对设防浪胸墙的路堤，因防浪胸墙已计及波浪侵袭的影响，路肩高程可不计波浪侵袭高。

3.0.5 地下水位高或常年有地面积水的地区，路堤过低容易引

起翻浆冒泥等病害。因此本条规定路肩高程高出最高地下水水位或最高地面积水水位一定高度。

3.0.6 在季节冻土地区的有害冻胀范围内，当路基土体的含水率达到一定值时，往往会产生有害冻胀，春融时又容易产生翻浆冒泥等病害，影响运输安全，加大养护维修工作量。因此本条规定路肩高程高出冻前地下水位一定高度，使地下水沿毛细管上升时不至在有害冻胀深度范围内聚集，避免产生有害冻胀及其他病害。

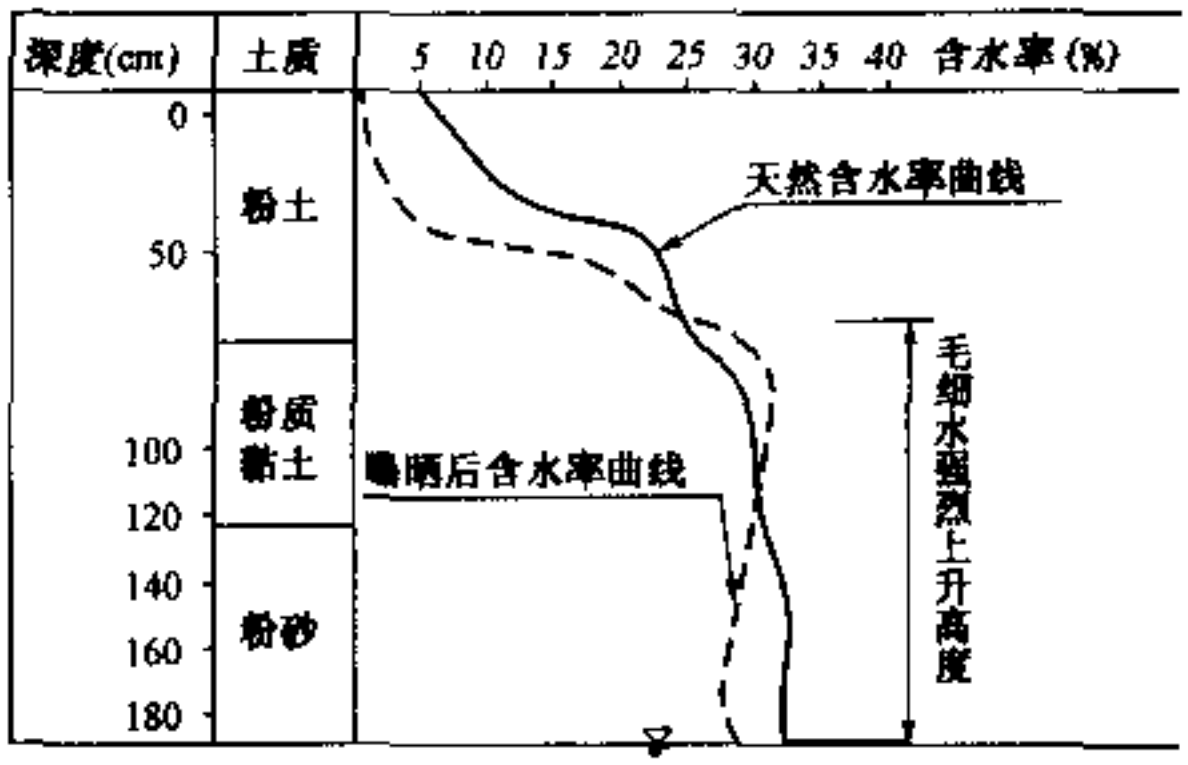
《铁路技术管理规程》第38条规定：正线、到发线两股钢轨水平的容许偏差不得大于4 mm。据此，将路基产生不均匀冻胀且其值大于4 mm者，定为有害冻胀。产生有害冻胀的冻结深度为有害冻胀深度。另据有关科研成果证实，一般地区有害冻胀深度为最大冻结深度的60%；东北地区因温度低且持续时间长，有害冻胀深度可达最大冻结深度的95%。

确定毛细水强烈上升高度的方法有直接观测法、曝晒法及公式计算法等。直接观测法是开挖试坑1～2 d后，直接观测坑壁干湿变化情况，干湿变化明显处即为毛细水强烈上升带与破裂带的分界点，此点至地下水位的距离为毛细水强烈上升高度。曝晒法是分别在开挖试坑的当时和曝晒1～2 d后，测定坑壁的含水率并绘制含水率曲线，两曲线的交点到地下水位的距离即为毛细水强烈上升高度，如说明图3.0.6所示。

公式计算法见《铁路特殊路基设计规范》(TB10035) 盐渍土路基部分。

3.0.7 盐渍土地区，地下水或地面积水矿化度高，水中的盐分被毛细水带到路基土体中，水分蒸发后，盐分积聚下来，容易使路堤土体次生盐渍化，进而产生盐胀等病害，因此盐渍土路肩的高程应高出最高地下水水位或最高地面积水水位一定高度。

3.0.8 当路基采取降低地下水位，设置毛细水隔断层等措施时，由于地下水水位被降低或毛细水被隔断，毛细水上升不到相应高



说明图 3.0.6　毛细水强烈上升高度示意

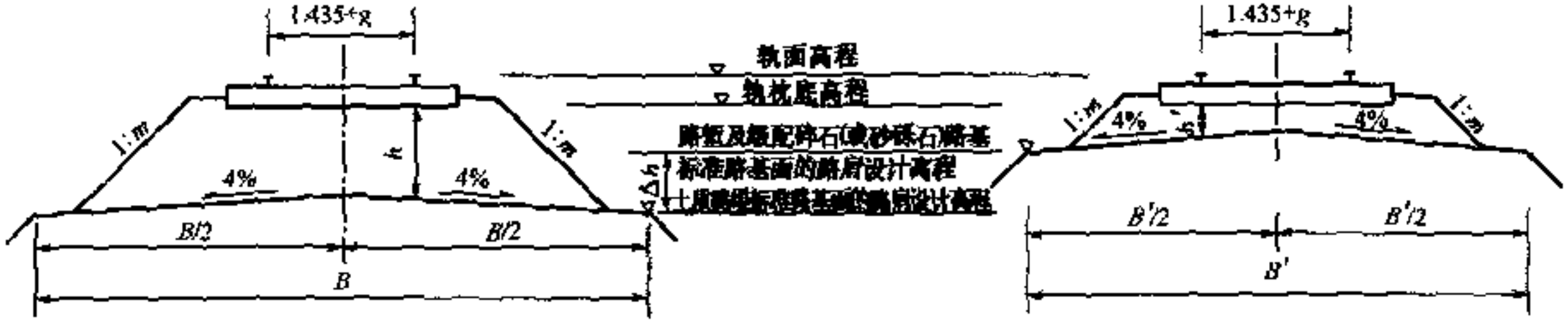
度，不再对路基产生危害，因此，路肩高程不再受本规范第3.0.5、第3.0.6和第3.0.7条的限制。

4.1.1　路基面设路拱能够使聚积在路基面上的水较快地排出，有利于保持基床的强度和稳定性。

本次修订将原三角形路拱按中心高度（单线0.15m、双线0.2m）控制修订为设4%的坡度，两者基本上是相同的，4%的横坡更直观。

4.1.2、4.1.3　对新建铁路，全线的线路纵断面均按土质路堤标准进行设计，线路纵断面上的高程为路肩设计高程。然而，绝大多数铁路中不仅有土质路堤（路肩宽度为0.8m），而且有路堑（路肩宽度为0.6m）、级配碎石或级配砂砾石路基，曲线地段还要对曲线外侧进行加宽，软土路堤和高路堤还要对路基面两侧进行加宽；双线铁路中还有局部单线路基。

为使不同类型路基地段的轨面高程保持一致，并保证道碴厚度和路肩宽度满足要求，路基设计时须对线路纵断面的路肩设计高程进行抬高或降低（曲线加宽地段的曲线外侧、路基面两侧需加宽的软土路堤和高路堤）。不同类型路基的路肩设计高程的抬高情况介绍如下：



说明图 4.1.2—1　单线铁路直线地段标准路基面的路肩设计高程



说明图 4.1.2—2　双线铁路并行等高直线地段标准路基面的路肩设计高程

从说明图 4.1.2—1、说明图 4.1.2—2 中得出，在单线铁路（或双线铁路并行等高地段）中，路堑及基床表层为级配碎石或级配砂砾石的路基，其路肩设计高程应高于土质路堤的路肩设计高程，高出尺寸 Δh 按式（4.1.2）计算。

从说明图 4.1.3 得出，在双线铁路中，局部单线地段的路肩设计高程应高于双线铁路并行等高地段土质路堤的路肩设计高程，高出尺寸 Δh 按式（4.1.3）计算。

由式（4.1.2）、式（4.1.3）计算确定的各种情况标准路基面路肩设计高程的抬高值见说明表 4.1.2。

从说明表 4.1.2 中看出，在单线铁路或双线铁路并行等高地段，由于路堑的路肩宽度为 0.6 m，而路堤的路肩宽度为 0.8 m，造成土质地段路堑比路堤的路肩高程要抬高 0.008 m，但其差值较小设计时可以不予考虑。表 4.2.3 中各种标准路基面的路肩设计高程与土质路堤路肩设计高程的关系，归纳如下：

（1）单线铁路

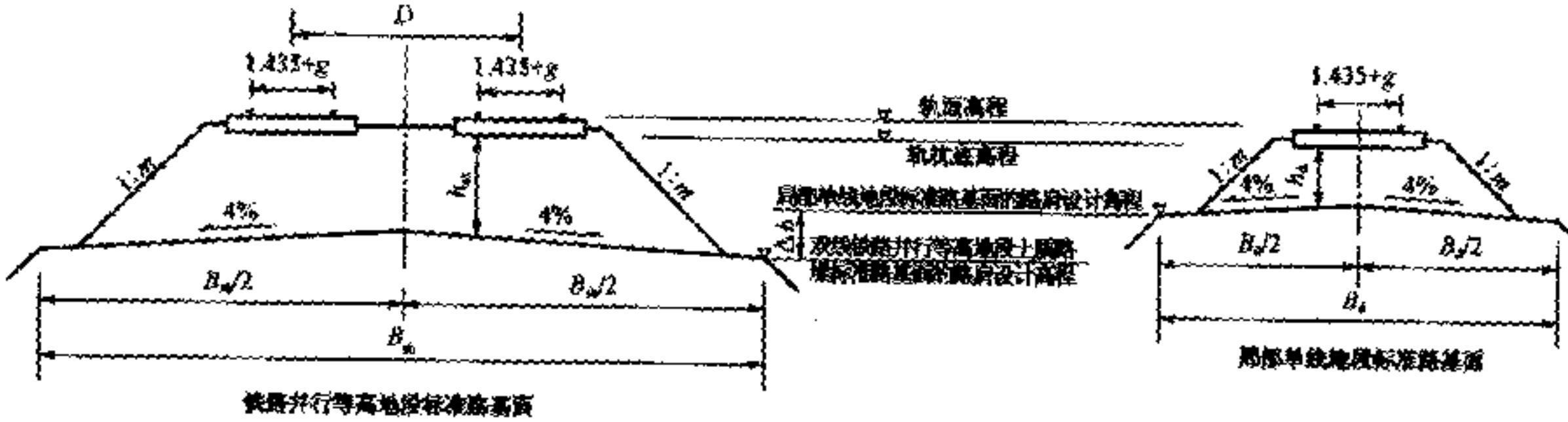
①在土质地段中，路堑、路堤的路肩设计高程相同。

②硬质岩石路堑地段，路肩设计高程比土质路堤路肩设计高程抬高：Ⅰ级铁路 0.17 m；Ⅱ级铁路：次重型轨道为 0.17 m，中型轨道为 0.12 m，轻型轨道为 0.11 m。

③基床表层为级配碎石或级配砂砾石地段的路基，其路肩设计高程比土质路堤路肩设计高程抬高 0.22 m。

④当路基面加宽（含曲线加宽地段的曲线外侧、软土路堤路基面加宽地段的两侧、高路堤路基面加宽侧等）时，其路肩设计高程应在抬高后的高程基础上降低，其降低值为单侧路基面宽度加宽值（m）与 0.04 的积。但当单侧加宽值小于等于 0.5 m（含曲线加宽）时，其对路肩高程的影响仅为 0.02 m，可以忽略不计，路肩设计高程可近似采用标准路基面宽度的路肩设计高程（抬高后的高程）。

（2）双线铁路



说明图 4.1.3　双线铁路局部单线直线地段标准路基面的路肩设计高程

说明表 4.1.2　标准路基面的路肩设计高程抬高值

项目			单位	Ⅰ级铁路				Ⅱ级铁路		
				特重型	重型	重型	次重型	次重型	中型	轻型
旅客列车设计行车速度 v			km/h	$120 \leqslant v \leqslant 160$	$120 < v \leqslant 160$	120	120	$80 \leqslant v \leqslant 120$	$80 \leqslant v \leqslant 100$	80
单线铁路		土质路堤	m	0	0	0	0	0	0	0
		土质路堑	m	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
		硬质岩石路堑	m	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.116	0.112
		级配碎石(或砂砾石)路堤	m	0.216	0.216					
		级配碎石(或砂砾石)路堑	m	0.224	0.224					
双线铁路	并行等高地段	土质路堤	m	0	0	0	0	0	0	0
		土质路堑	m	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
		硬质岩石路堑	m	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.116	0.112
		级配碎石(或砂砾石)路堤	m	0.216	0.216					
		级配碎石(或砂砾石)路堑	m	0.224	0.224					
	并行不等高或局部单线地段	土质路堤	m	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
		土质路堑	m	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
		硬质岩石路堑	m	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.180	0.176
		级配碎石(或砂砾石)路堤	m	0.280	0.280					
		级配碎石(或砂砾石)路堑	m	0.288	0.288					

①并行等高地段的路肩设计高程与单线铁路的完全相同。

②双线铁路中的局部单线地段的路肩设计高程：

a. 单线土质路基地段，其路肩设计高程比双线并行等高地段的土质标准路基面宽度的路肩设计高程抬高 0.07 m（含Ⅰ、Ⅱ级铁路）。

b. 单线硬质岩石路堑地段，其路肩设计高程比双线并行等高地段的土质标准路基面宽度的路肩设计高程抬高：Ⅰ级铁路 0.23 m；Ⅱ级铁路：次重型轨道为 0.23 m，中型、轻型轨道为 0.18 m。

c. 单线基床表层为级配碎石或级配砂砾石地段的路基，其路肩设计高程比双线并行等高地段的土质标准路基面宽度的路肩设计高程抬高：路堤 0.28 m，路堑 0.29 m。

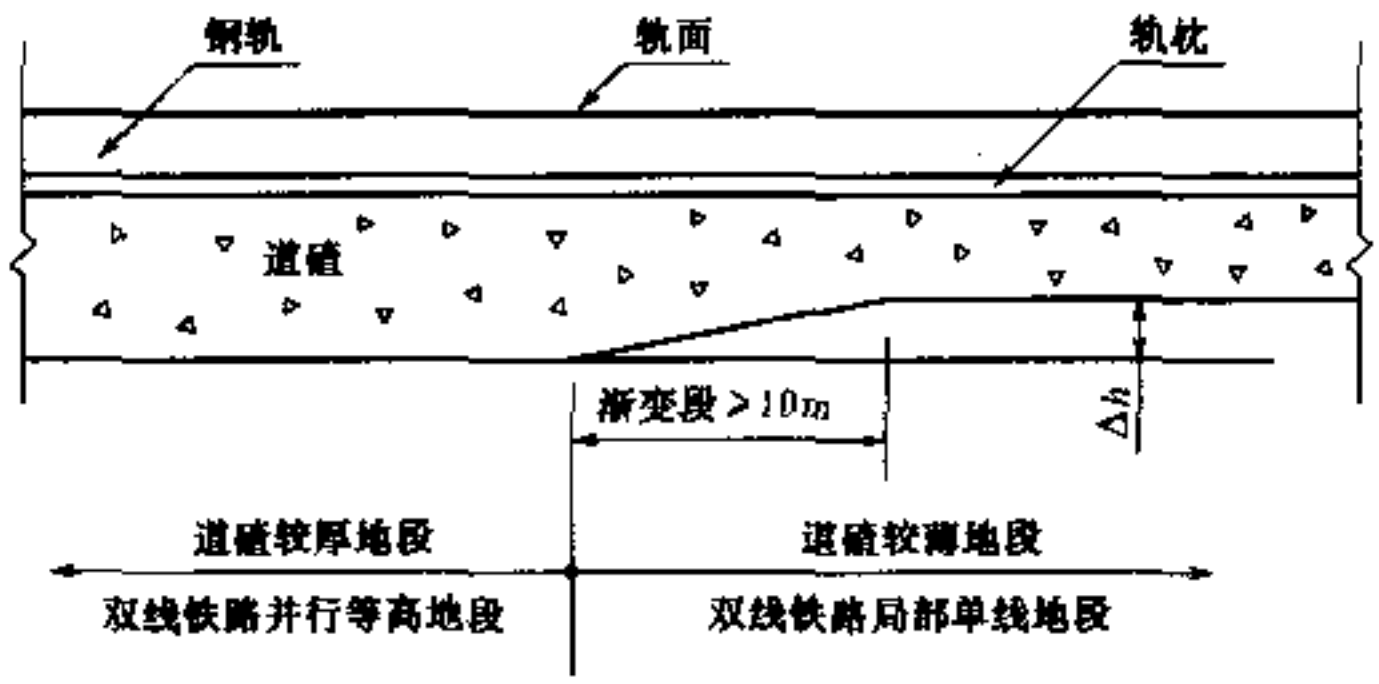
d. 当单线路基面加宽（含曲线加宽地段的曲线外侧、软土路堤路基面加宽地段的两侧、高路堤路基面加宽侧等）时，其路肩设计高程应在抬高后的基础上降低，其降低值为单侧路基面宽度加宽值（m）与 0.04 的积。但当单侧加宽值小于等于 0.5 m（含曲线加宽）时，其对路肩高程的影响仅为 0.02 m，可以忽略不计，路肩设计高程可近似采用标准路基面宽度的路肩设计高程（抬高后的高程）。

4.1.4 硬质岩石路堑、级配碎石或级配砂砾石路基、土质路基的道床厚度各不相同，其相互衔接时，应设长度不小于 10 m 的渐变段。渐变段应设在硬质岩石路堑、级配碎石或级配砂砾石地段，基床表层用相邻两种路基中较好的填料填筑。

双线铁路中并行等高段与局部单线地段连接时，应在局部单线地段内逐渐顺坡至并行等高段地段，其顺坡长度不小于 10 m，如说明图 4.1.4。

4.2.2 本条规定Ⅰ、Ⅱ级铁路路堤的路肩宽度不应小于 0.8 m，路堑的路肩宽度不应小于 0.6 m，是综合考虑以下因素制定的：

（1）部分国外铁路路肩宽度列于说明表 4.2.2。



说明图 4.1.4　不同路基衔接图

说明表 4.2.2　部分国外铁路路肩宽度（m）

国别	前苏联		日本		法国	英国	澳大利亚	德国	比利时	瑞士
	重型混凝土枕	特重型混凝土枕	路堤	路堑						
路肩宽度	0.55	0.64	1.2	1.0	≥0.7	0.64～0.86	0.7	0.74	0.8	0.45～0.5

由此可见，除前苏联和瑞士铁路路肩宽度较小外，其他国家所规定的路肩宽度均接近或大于 0.7 m，宽度范围在 0.64～1.2 m 之间。本条规定的路肩宽度接近大多数国家的规定值。

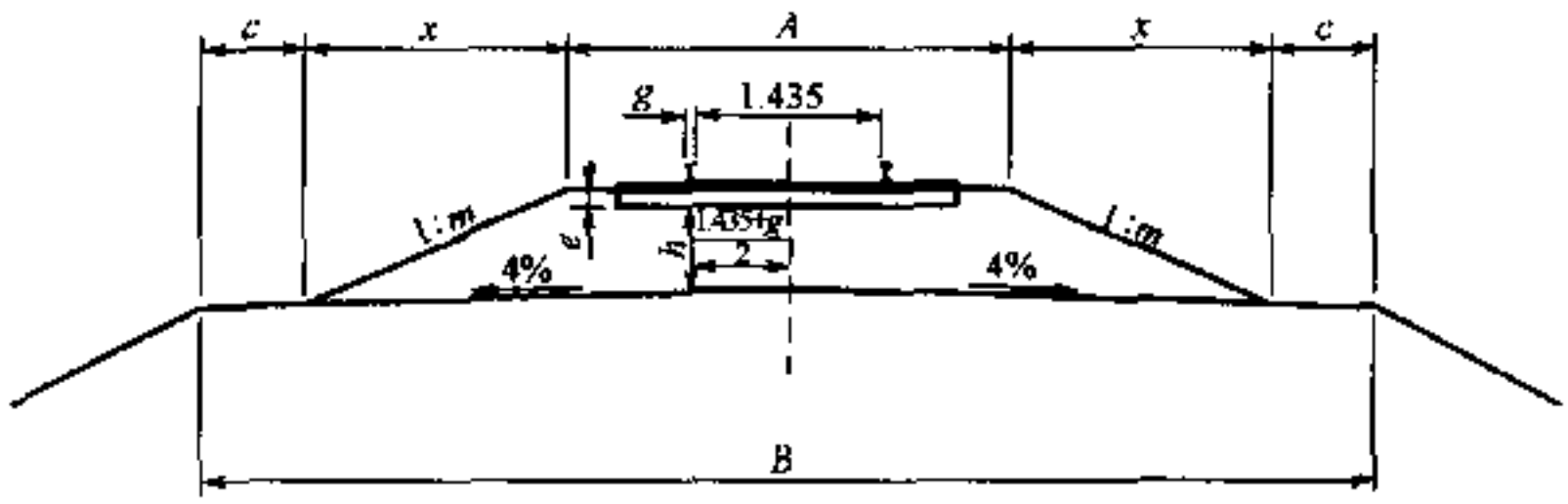
（2）我国大秦重载铁路规定，路肩宽度路堤不得小于 0.8 m，或一侧不小于 1.0 m，另一侧不小于 0.6 m，路堑不得小于 0.6 m；广深准高速铁路路肩宽度路堤为 0.8 m，路堑为 0.6 m，均接近或等于本条所规定的路肩宽度。

（3）铁道部工务部门颁发的《快速铁路线路维修规则》规定：路堤的路肩宽度不得小于 0.8 m，路堑的路肩宽度不得小于 0.6 m。

（4）根据运营和既有线提速实践总结的经验证明：路肩宽度是影响安全避车、路基的维修养护和路基本体尤其是边坡稳定性的重要因素。

4.2.3 表 4.2.3 直线地段标准路基面宽度是按以下方法计算确定的：

（1）单线标准路基面宽度



说明图 4.2.3—1　单线铁路直线地段标准路基面宽度

B——路基面宽度（m）；

A——单线地段道床顶面宽度（m）；

m——道床边坡坡率：轻型轨道为 1:1.5，其余为 1.75；

h——钢轨中心的轨枕底以下的道床厚度（m）；

e——轨枕埋入道碴深度：Ⅲ型钢筋混凝土轨枕为 0.185 m、Ⅱ型钢筋混凝土轨枕为 0.165 m；

g——轨头宽度（m）：75 kg/m 轨为 0.075 m，60 kg/m 轨为 0.073 m，50 kg/m 轨为 0.07 mm；

c——路肩宽度（m）：路堤 0.8 m，路堑 0.6 m；

x——碴肩至碴脚的水平距离。

从说明图 4.2.3—1 可知路基面宽度为

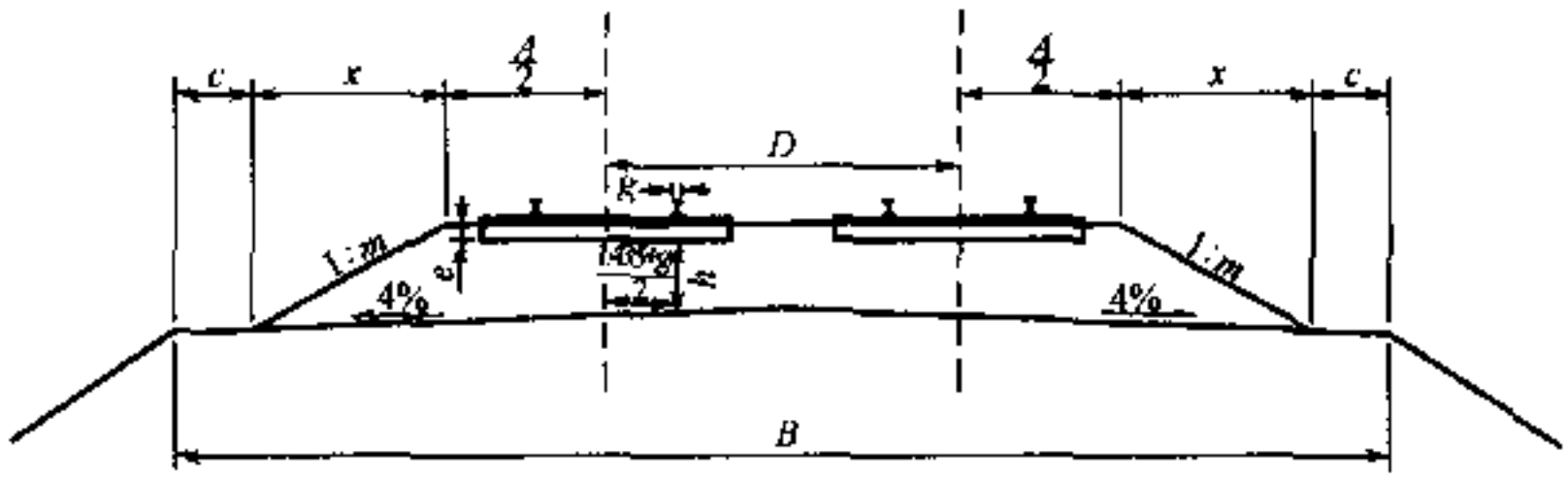
$$B = A + 2x + 2c$$

$$x = \frac{h + \left(\frac{A}{2} - \frac{1.435 + g}{2}\right) \times 0.04 + e}{\frac{1}{m} - 0.04}$$

（2）双线标准路基面宽度

从说明图 4.2.3—2 可知路基面宽度为

$$B = 2\left(c + x + \frac{A}{2}\right) + D$$



说明图 4.2.3—2　双线铁路直线地段标准路基面宽度

$$x=\frac{h+\left(\frac{A}{2}+\frac{1.435+g}{2}\right)\times 0.04+e}{\frac{1}{m}-0.04}$$

式中　D——双线的线间距，旅客列车设计行车速度 160 km/h 时为 4.2 m，旅客列车设计行车速度小于 160 km/h 时为 4.0 m；

h——靠近路基面中心侧的钢轨中心处轨枕底以下的道床厚度；

其余符号与说明图 4.2.3—1 相同。

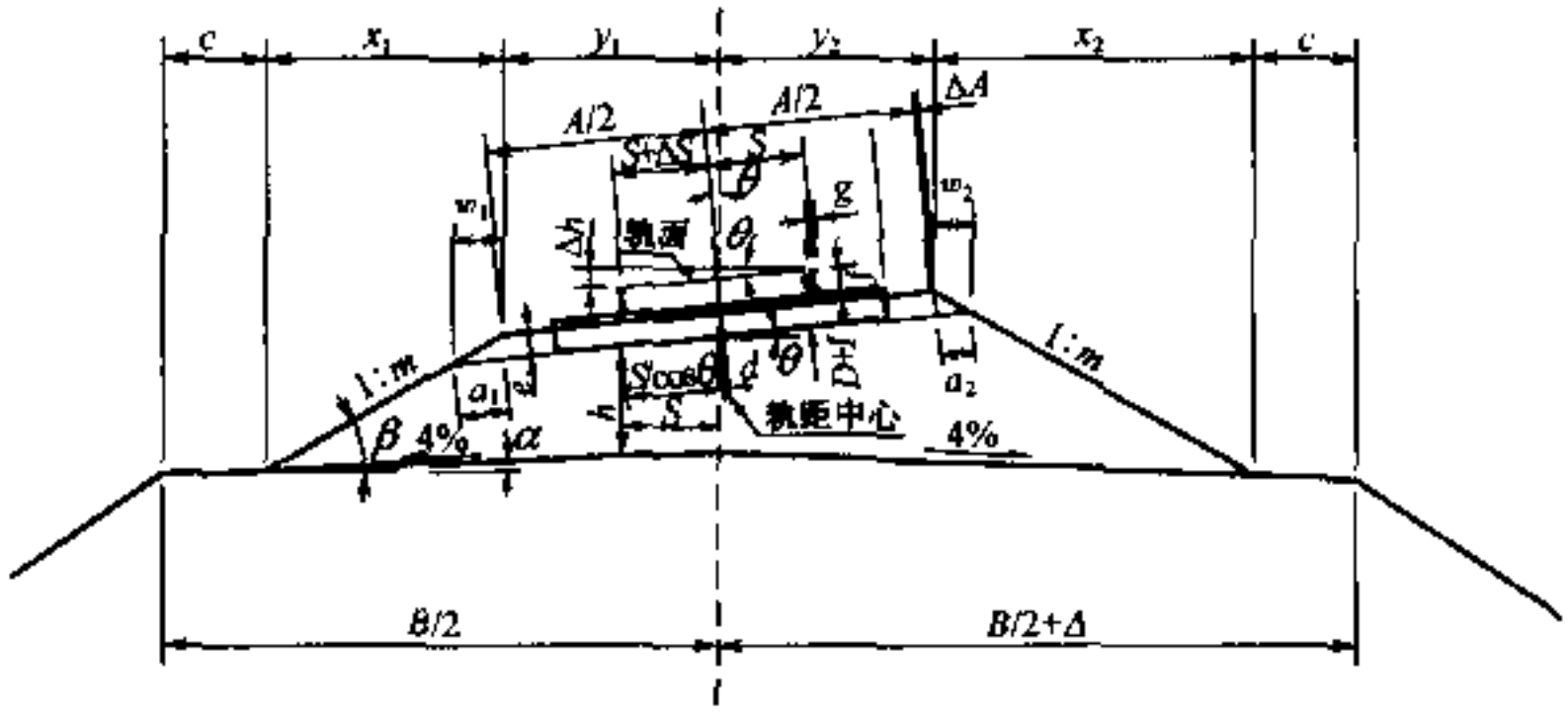
表 4.2.3 注 4 对采用大型养路机械的电气化铁路，其路基面宽度需满足以下要求：电气化线路接触网立柱内侧距线路中心线不少于 3.1 m，接触网立柱直径 0.5 m，接触网立柱外侧距路肩边缘的距离不小于 0.25 m。根据以上要求计算确定的路基面最小宽度为：单线铁路不小于 7.7 m；双线铁路 160 km/h 不小于 11.9 m（其他不小于 11.7 m）。采用大型养路机械的电气化铁路，当接触网的立柱须设在路肩上时，直线地段路基面宽度参见说明表 4.2.3。

4.2.4　区间曲线地段路基面加宽值计算

计算轨面超高值根据最高行车速度，按《铁路线路设计规范》条文说明中超高上界值选用，均不超过 150 mm 的最大超高值。

说明表 4.2.3　大型养路机械的电气化铁路直线地段标准路基面宽度

项目				单位	Ⅰ级铁路						Ⅱ级铁路		
					特重型		重型		次重型		次重型	中型	轻型
旅客列车设计行车速度 v				km/h	160	120≤v<160	160	120<v<160	120	120	80≤v≤120	80≤v≤100	80
双线线间距				m	4.2	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
道床顶面宽度				m	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.0	2.9
基床表层类型	土质	道碴厚度		m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.40	0.35
		单线	路堤	m	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8	7.7	7.7	7.7	7.7
			路堑	m	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
		双线	路堤	m	12.3	12.1	12.2	12	12	11.7	11.7	11.7	11.7
			路堑	m	11.9	11.7	11.9	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
	硬质岩石	道碴厚度		m	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.25
		单线路堑		m	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
		双线路堑		m	11.9	11.7	11.9	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
	级配碎石或级配砂砾石	道碴厚度		m	0.3	0.3	0.3	0.3	—	—	—	—	—
		单线	路堤	m	7.7	7.7	7.7	7.7	—	—	—	—	—
			路堑	m	7.7	7.7	7.7	7.7	—	—	—	—	—
		双线	路堤	m	11.9	11.7	11.9	11.7	—	—	—	—	—
			路堑	m	11.9	11.7	11.9	11.7	—	—	—	—	—



说明图 4.2.4　曲线地段路基面加宽

从说明图 4.2.4 中得出曲线地段路基面外侧的加宽值为

$$\Delta = (y_2 + x_2 + c) - \frac{B}{2}$$

$$d = (f + D + I)\tan\theta$$

道碴顶面上轨枕中垂线至铁路中心线的距离为

$$\Delta d = \frac{d(f + D + I - e)}{f + D + I}$$

$$a_2 = \frac{e}{\tan(\beta + \theta)}$$

$$w_2 = \sqrt{a_2^2 + e^2} \times \cos\beta$$

$$y_2 = \left(\frac{1}{2} \times A + \Delta A + \Delta d\right)\cos\theta$$

由式 $h + S(\tan\theta - \tan\alpha) = (x_2 - w_2)(\tan\beta - \tan\alpha) - \left(d + \frac{1}{2} \times A + \Delta A + a_2\right)\cos\theta(\tan\theta + \tan\alpha)$得

$$x_2 = \frac{h + S(\tan\theta - \tan\alpha) + \left(d + \frac{1}{2} \times A + \Delta A + a_2\right)\cos\theta(\tan\theta + \tan\alpha)}{\tan\beta - \tan\alpha} + w_2$$

式中　g——钢轨头部宽度（m）；

S——轨面上外轨轨头中心至轨枕中垂线与铁路中心线相交处的距离（m），$S = 0.5 \times (1.435 + g)$；

ΔS——曲线内侧轨距加宽值（m）；

h——曲线内侧距铁路中心线的水平距离为 S 处的轨枕底以下的道床厚度（m）；

Δh——计算轨面超高值（m）；

A——直线段的道床顶面宽度（m）；

ΔA——道床顶面加宽值：无缝线路 $R<800$ m、非无缝线路 $R<600$ m 时，$\Delta A=0.1$ m，否则 $\Delta A=0$ m；

B——直线段路基面宽度（m）；

c——路肩宽度（m）：路堤 0.8 m，路堑 0.6 m；

Δ——曲线外侧加宽值（m）；

α——路拱与水平面的夹角，$\alpha=a\tan(4/100)$；

β——道碴边坡与水平面的夹角，$\beta=a\tan(1/m)$；

θ——轨面与水平面的夹角，$\theta=\arcsin\dfrac{\Delta h}{2S+\Delta S}$；

f——钢轨的高度（m）：75 kg/m 轨为 0.192 m，60 kg/m 轨为 0.176 m，50 kg/m 轨为 0.152 m；

D——钢轨底部的垫板厚度，$D=0.01$ m；

I——钢轨下部的轨枕高度（m）：Ⅲ型混凝土枕为 0.235 m，Ⅱ型混凝土枕为 0.205 m；

e——轨枕埋入道碴中的深度（m）：Ⅲ型混凝土枕为 0.185 m，Ⅱ型混凝土枕为 0.165 m；

x_2——曲线外侧碴肩至碴脚的水平距离（m）；

y_2——曲线外侧铁路中心线至碴肩的水平距离（m）；

d——轨枕底面上铁路中心线与轨枕底面的交点至轨枕中心的距离（m）。

5

第 5 章为本次修订新增的内容。

5.2

本节的填料分类是在中国铁道科学研究院铁道建筑研究所的科研成果《铁路路基填料分类及压实标准的研究》和《铁路工程岩土分类标准》2004 年局部修订的基础上，经分析、整理后，将其纳入本规范。

5.2.3 根据多年来铁路路基建设经验及科研成果，本次修订对细粒土填料的分组进行了修改。将细粒土（有机土除外）填料由原 B、C、D 组调整为 C、D 两组。修改后的细粒土一级定名与《铁路工程岩土分类标准》(TB 10077) 保持了一致，二级定名与《土的分类标准》(GBJ 145—90) 靠拢，为促进技术交流提供了有利条件，同时方便了设计者对地质勘察资料的直接使用。

细粒土按塑性图（由塑性指数和液限所组成的分类图）进行分类，是国内外岩土分类的发展方向，本次修订根据有限的资料和科研成果进行了分组，在今后的铁路建设中要不断积累经验、进行科学试验，为今后完善细粒土的分组提供可靠的依据。

5.3.2 级配碎石或级配砂砾石是用不同粒径的碎石或砾石材料与一定比例的砂及部分细颗粒黏土的混合料。在列车动荷载的长期作用下，须具有较高的力学强度、很好的水稳性和较小的渗透性。

《铁路碎石道床底碴》(TB/T 2897—1998) 对底碴材料的要求为：

(1) 粒径大于 1.7 mm 的集料的洛杉矶磨耗率不大于 50%；

(2) 粒径大于 1.7 mm 的集料的硫酸钠溶液浸泡损失率不大于 12%；

(3) 粒径小于 0.5 mm 的细集料的液限不大于 25%（级配砂砾石不大于 28%），塑性指数不大于 6；

(4) 黏土团及其他杂质含量的百分率小于等于 0.5%（级配砂砾石小于等于 2%）。

6.1.1 基床是指路基上部受列车动力作用和水文气候变化影响较大的土层。其状态直接影响列车运行的平稳和速度的提高，设

计规范应对基床厚度、填料及其压实标准、排水等作出规定。

（1）我国一些单位实测动应力在路基面以下衰减形态列于说明表 6.1.1—1。

说明表 6.1.1—1　路基面以下动应力衰减比

路基面以下深度（m）	0.0	0.3	0.5	0.6	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
动应力衰减比	1.00	0.75	0.65	0.57	0.39	0.36	0.29	0.17	0.15	0.12

所谓动应力衰减比，系指路基面以下某深度处动应力衰减值与路基面处动应力之比。由此可见，动应力影响深度约为 3 m，其中 0～0.7 m 范围内最为显著，0.6 m 处约为 0.6，1.5 m 处约为 0.3，2 m 处约为 0.2，2.5 m 处约为 0.15。

（2）我国有关的铁路基床厚度见说明表 6.1.1—2。

说明表 6.1.1—2　我国有关的铁路基床厚度（m）

铁路类别		京沪高速铁路	广深准高速铁路	大秦重载铁路	TB10001—99	
					Ⅰ级铁路	Ⅱ级铁路
基床厚度	表层	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5
	底层	2.3	1.8	1.9	1.9	1.5

（3）国外部分铁路基床厚度见说明表 6.1.1—3。

说明表 6.1.1—3　国外部分铁路基床厚度（m）

国别		日本	美国	德国	前苏联	法国
基床厚度	表层	0.5、0.8	设计确定	0.5	0.3～0.5	0.6
	底层	2.5、2.2	1.22	1.3	1.0	—

由此可见，本条所规定的基床厚度除小于日本外，均高于其他国家。

6.2.1　产生基床病害的诸因素中，基床土的性质为内因，水与动载属于外因。要预防基床变形的产生，除从排水条件和路基土的压实密度方面改善提高外，主要应从基床表层土的性质上去解

决。水稳性强和级配良好的粗粒土是基床表层的理想材料；水稳性差的细粒土易产生基床病害，这是由于粒径小，遇水抗剪强度降低，承载力减小，稳定性差等特性引起的。所以基床表层应选用符合要求的填料。

为使基床表层受力均匀，避免轨枕受力不均而产生折断，故规定表层不得采用粒径大于 150 mm 的填料。

6.3.2 本条主要说明对路堑基床表层土密实度的要求。特别是浅路堑，地表土往往较松散，达不到基床密实度的要求。为了减少这些浅路堑基床病害的发生，对不符合基床表层密实度要求的地段，应采取压实措施。

6.3.3 近几年来，在一些新线路堑开挖中，基床底层遇有软弱土层，其强度低、压缩量大，须作处理。本条对软弱土层的判定提出了具体指标。

6.4.1 基床加固可采用以下方法进行处理：

（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符合填料要求，当其天然密实度不满足本规范表 6.2.3 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 6.2.1 条、第 6.2.2 条、第 6.2.4 条和第 6.3.3 条的规定时，Ⅰ级铁路的基床表层采取换填处理，Ⅰ级铁路的基床底层和Ⅱ级铁路的基床可采用换土或在土中加入石灰、水泥、砂、粉煤灰等掺和料的土质改良或地基处理措施。

（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，可全断面铺设隔水、防渗土工合成材料。

（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。

7.1.1 当地面横坡为 1:5～1:2.5 时，将原地面挖成台阶，台阶

宽本次修订为 2 m。其目的是减少路堤沿基底面滑动和克服路堤产生纵向裂缝。但使用这条规定时，有其局限性，应加注意。对一般常遇到的细粒土斜坡来说，挖台阶的规定是完全适合的。但当斜坡为砂类土时，可以不挖台阶，只要将表层土翻松，就可达到目的。如基岩面向下倾斜，基岩面上覆盖层不厚且有滑动可能时，可以将覆盖层清除，再挖台阶；若倾斜的基岩为不易风化岩层，如要求将斜坡用爆破法挖成台阶，也是不现实的，可将表层用爆破爆成不拘形式的粗糙面后，再在地基码砌成 2 m 宽的台阶，然后在其上进行填筑。所以像上面所举的例子可作为特殊情况，不一定按本条规定办理。

7.1.2 陡于 1:2.5 的陡坡上的路堤应考虑个别设计，检算路堤沿基底滑动的稳定性；如基底下有软弱层，还得检算沿该软弱层滑动的可能性。当抗滑稳定安全系数小于 1.25 时，一般先清除草皮，挖台阶，还应采取稳固措施，如在路堤的下方设置挡土墙或副堤、干砌片石垛、加筑大台阶等。

陡坡地段填方易产生坍滑。产生这种现象主要是由于水渗入填方基底面，降低了基底摩擦力，增大了填土下滑力所致。为保持填方土体及基底的干燥，增强路堤稳定，通过这些地段的侧沟、排水沟应作防渗加固措施。

7.1.3 当路堤基底存在地下水影响路堤稳固时，应采取处理措施。

一般处理路堤基底地下水的措施，是在路堤的上侧拦截地下水的来路，将水引到别处去；或在路堤地基作疏导工程，把地下水引排出来。拦截或引排地下水应注意对周围环境的影响。如以上的处理措施都无条件时，则应在路堤底部用渗水土或不易风化的岩块填筑，以保证路堤的稳固。

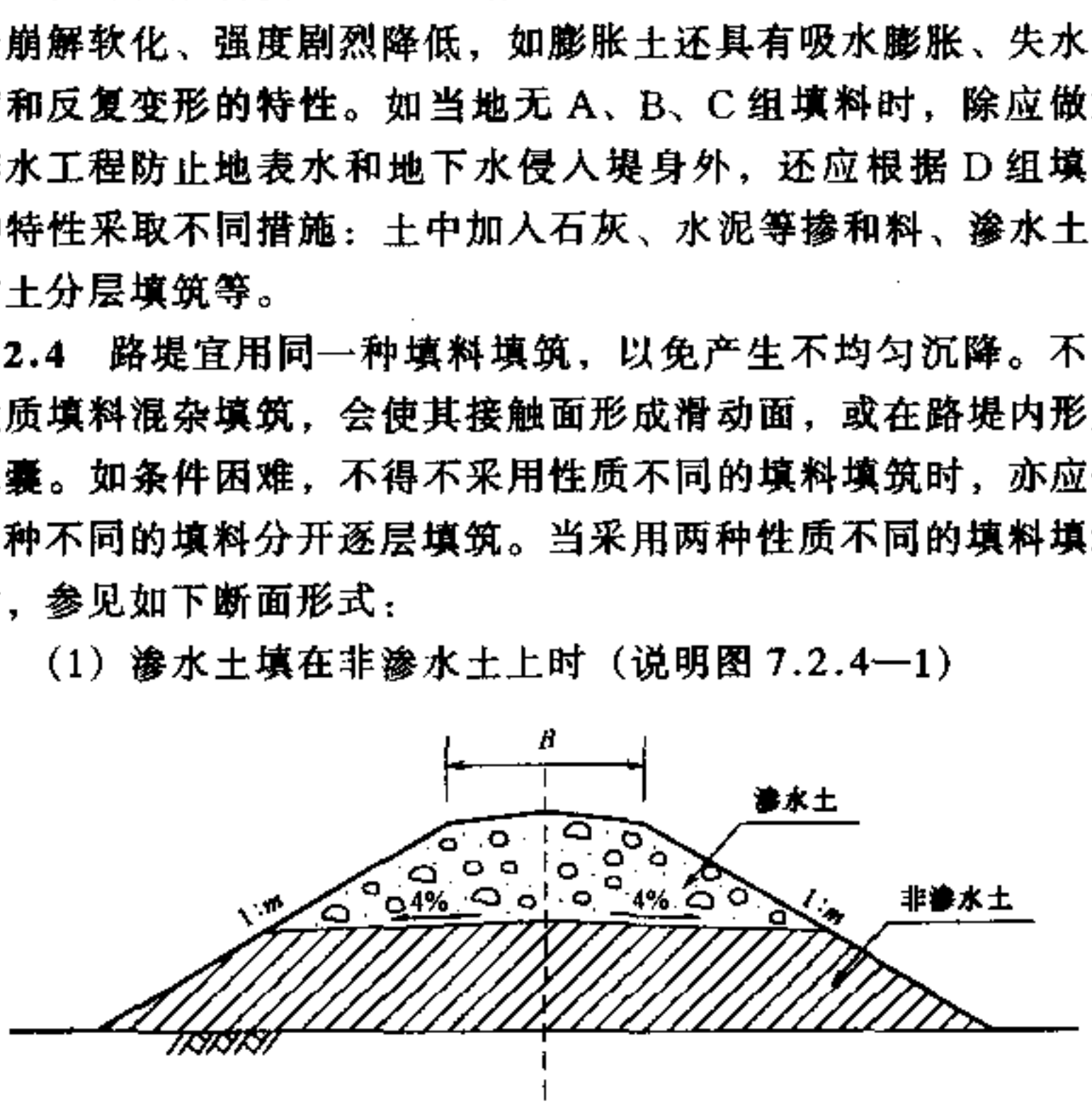
7.1.4 为了减小路堤的沉降和增强地基的稳定，当地基表层为松散土层时，如厚度不大于 0.3 m，应将原地表碾压密实；如厚度大于 0.3 m，应将松土翻挖，分层回填压实。

7.1.5 本次修订对Ⅰ、Ⅱ级铁路提出了不同的静力触探比贯入阻力值和天然地基容许承载力。如软弱土层较厚，按一般原则处理不能保证路基稳定时，应按软土地基处理方法加固地基。在水田地段填筑路堤时，往往表层土为软塑状。一般在填筑前，应先挖好路堤两侧排水沟，疏干水田积水，挖除表层淤泥、腐殖土等。在池塘、洼地等积水地段，还应抛填片石或砂砾石等渗水土，其高度应高出积水水位。

7.2.1 路堤基床以下部位，宜选用A、B、C组填料，限制使用D组填料。限制使用D组土作填料，主要是由于这些土遇水易于崩解软化、强度剧烈降低，如膨胀土还具有吸水膨胀、失水收缩和反复变形的特性。如当地无A、B、C组填料时，除应做好排水工程防止地表水和地下水侵入堤身外，还应根据D组填料的特性采取不同措施：土中加入石灰、水泥等掺和料、渗水土与黏土分层填筑等。

7.2.4 路堤宜用同一种填料填筑，以免产生不均匀沉降。不同性质填料混杂填筑，会使其接触面形成滑动面，或在路堤内形成水囊。如条件困难，不得不采用性质不同的填料填筑时，亦应使各种不同的填料分开逐层填筑。当采用两种性质不同的填料填筑时，参见如下断面形式：

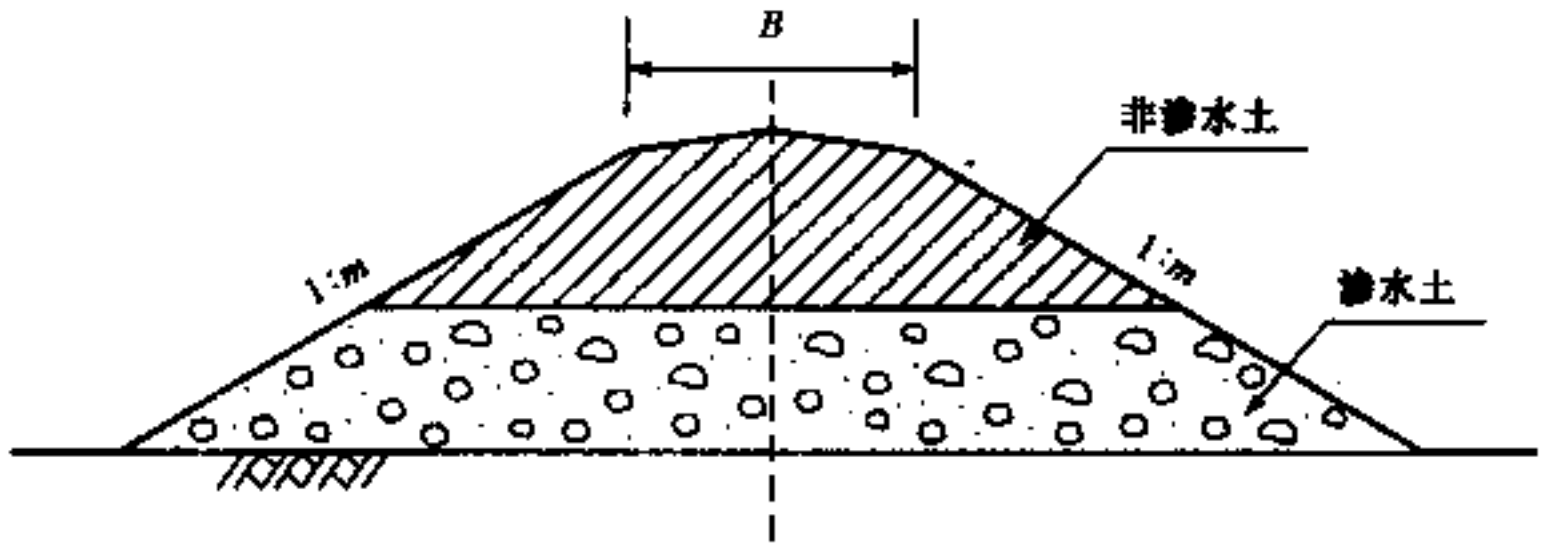
（1）渗水土填在非渗水土上时（说明图7.2.4—1）



说明图7.2.4—1 用不同类土填筑的路堤断面形式之一

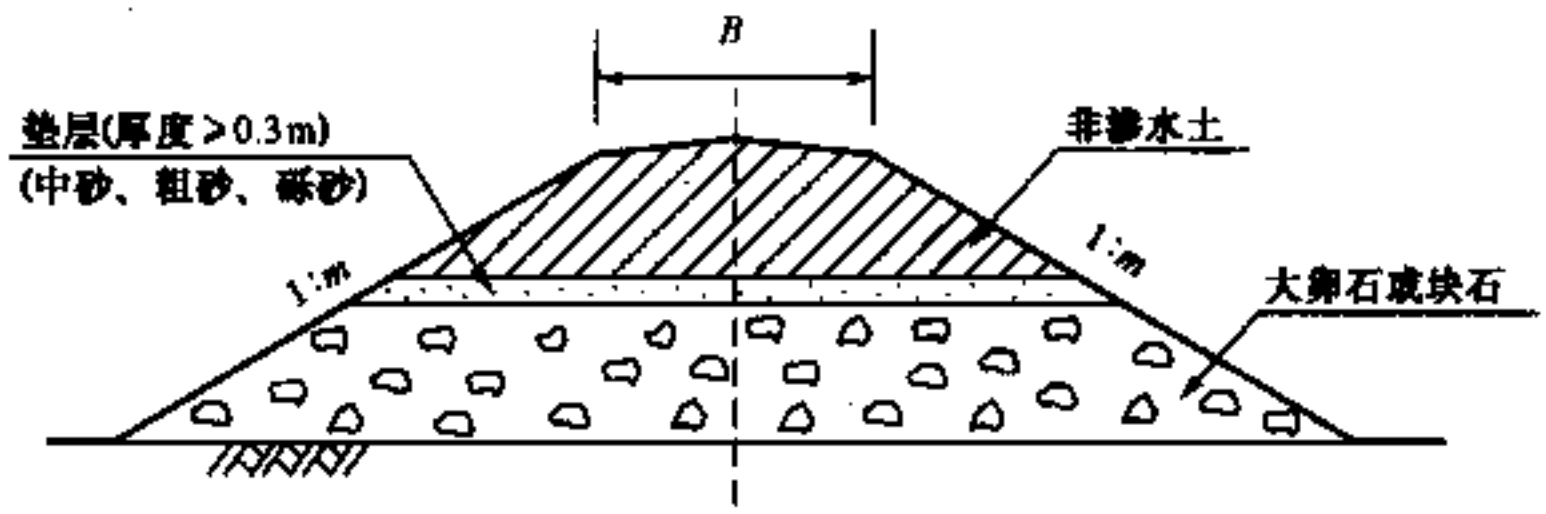
（2）非渗水土填在渗水土上时

①当上下层填料的粒径相差在规定范围内时，如说明图7.2.4—2。



说明图 7.2.4—2　用不同类土填筑的路堤断面形式之二

②当上下层填料的颗粒大小相差悬殊时，如说明图 7.2.4—3。



说明图 7.2.4—3　用不同类土填筑的路堤断面形式之三

7.3.1　本条需说明的问题：

（1）由平板荷载试验所测得的地基系数是将土体的强度和变形合为一体的综合性指标。近年来，国内外广泛利用地基系数来检查公路、铁路、机场跑道等填土建筑物的压实密度。日本 20 世纪 70 年代已将 K_{30}纳入规范，我国大秦线首次引用 K_{30}，继后又在其他铁路线上进行了应用。

（2）本次修订对砾石类、碎石类土新增了孔隙率 n 控制指标。

（3）地基系数 K_{30}分别与压实系数 K、相对密度 D_r、孔隙率 n 一起分别使用，对细粒土、改良土和粗粒土中的砂类、砾

石类、碎石类的压实标准进行双指标控制，以互相验证，确保工程质量。

（4）压实系数采用重型击实试验标准，实现与国内外相关规范一致，以扩大适用范围。

7.3.2 细粒土和可击实的粗粒土的含水率是影响压实度的主要因素：在一定的压实条件下，密实度最初是随含水率的增加而上升的，但达到最优含水率后，含水率再增加反而引起密实度下降。所以要使填料达到一定的密实度，其含水率应保持在某一个固定范围内才能实现，这个范围的上下限叫临界含水率。当含水率超过上限时，可采取排水疏干、松土晒干、中间夹砂或重型碾压等措施；当含水率小于下限时，可采取加水润湿或采取重型机械碾压等措施。

7.3.3 路堤沉降的原因，除与地基条件有关外，还与路堤高度、填料种类、压实标准等有密切关系。为保证高路堤在施工后的路肩宽度和沉降量满足设计要求，特提本条的规定。

由于影响路堤沉降的因素复杂，沉降量目前还没有合理的理论计算方法。规范中路基面加宽值的计算方法，是根据现阶段有限的实测资料、一些学术研究成果和有关规范所作的规定，经汇总分析后，提出根据不同填料类别所对应的沉降比。所谓沉降比，是指路堤总沉降量与路堤填土高度之比。

为减少高路堤的工后沉降量，设计时应选择压缩性小的填料，并提高填料的压实标准。

7.4.1 表 7.4.1 中路堤边坡坡率等问题确定的依据如下：

（1）关于低矮土质路堤边坡坡率 1:1.3 的问题

关于这方面的意见是最有分歧的。有的认为土质较好的低边坡，如 0～3m 内用 1:1.5 是保守的，可以改陡用 1:1.3；另一种意见则相反，认为 1:1.5 坡是最陡的了，不宜再改陡。这是由于我国幅员辽阔，各地区的土质和气候条件各不相同，所得经验亦各不同，这是很自然的现象。

一个边坡的稳定与否，力学检算只是一方面，另外还应考虑边坡受外界因素的作用情况，如雨水冲刷，人畜的走行对边坡的影响。陕西省交通科学研究所根据国外水土保持的资料认为，斜坡与水平成 40°时，冲蚀（片蚀和沟蚀一起）最厉害，1∶1.3 的坡度接近 39°，从雨水冲刷方面来说是很不利的。用 1∶1.3 边坡的路堤，初期是没有问题的，也不会沿圆弧裂面产生滑动。但运营后随长时间的雨水冲蚀，路肩宽度减窄，边坡亦日趋平缓，对养护是不利的。但单凭这一点还不能排斥使用 1∶1.3 边坡，在有些地区土质好，或坡面防护有条件时，还是可以使用的。这样既节省土方又可少占农田。若把这问题放在规范中作统一规定，普遍使用，就不一定合适。表 7.4.1 的注 1“当有可靠资料和经验时，可不受本表限制”，对这个问题亦是适用的。

(2) 关于土质路堤边坡采用 1∶1.5 一个坡，在边坡中部设平台的形式的问题

建议用这种形式边坡的理由，是想在运营期中如需帮坡时，可从中部的平台开始，减少一些帮坡土方；另一种原因是雨水沿着边坡流下，到了平台可以得到缓冲，减小了流速，对下部的边坡有利。所以采用这种形式有其优点。

为此，我们曾拟定了几种设平台的形式，进行了检算，与变坡的形式作对比：

①0～6m，1∶1.5，平台 1.5m 宽，6～18m，1∶1.5 与 0～6m，1∶1.5，6～18m，1∶1.75 相对比。

②0～10m，1∶1.5，平台 1.5m 宽，10～18m，1∶1.5 和 0～10m，1∶1.5，平台 1.0m 宽，10～20m，1∶1.5 两种与 0～10m，1∶1.5，10～20m，1∶1.75 相对比。

从①与②的对比来看，设平台 1.5m 宽时，安全系数都普遍地比变坡的形式有所提高；设平台 1.0m 宽时，安全系数则降低。

从①来看，用平台的形式，当路堤边坡高低于 12m 时占地

较多，到 12 m 以后占地才逐渐比变坡形式减少；而土方量始终比变坡形式大。从②来看，若平台用 1 m 宽，当路堤边坡高低于 14 m 时，土方和占地都比变坡形式大；若平台用 1.5 m 宽，土方量始终比变坡形式大，16 m 高以后占地才逐渐减少。对比结果使人感到，设平台的形式有相形见绌之处。此外，把平台设在某一固定高度比较困难，例如把 20 m 高的路堤边坡平台设在 8 m 处是比较合适的，但对 10 m 高的路堤仍设在 8 m 处意义就不大了。若不予固定，视路堤高度而变动，则又会增加设计与施工的复杂性。

通过以上对比分析，认为采用变坡的形式较为优越，所以未采用设平台的形式。

（3）本次修订，根据软块石的性质和以往实践经验将软块石填筑路堤时，其边坡坡率具体化：用易风化的软块石填筑的路堤边坡，按细粒土边坡设计；用不易风化的软块石填筑的路堤边坡，按粗粒土边坡设计。

7.4.3 为避免排水沟或取土坑水流冲刷沟壁和由于水的浸润作用而影响路堤的稳定性，或为防止在未设置排水沟、取土坑的地段开垦农田而影响路堤的稳定性，规定在路堤坡脚外应设有不小于 2 m 宽的天然护道。

在经济作物区高产田地段，应考虑以农业为基础的方针，尽可能少占田地，可在路堤坡脚设置必要的防护措施，如做护坡、坡脚墙或设宽度不小于 1 m 的人工护道，以保持路堤的稳定。

8.2.2 由于我国幅员辽阔，气候、地质及其他自然因素变化较大，因此表中边坡坡率只列出上、下界限值。具体设计时还应根据现场调查分析的结果，结合边坡高度，在表中的上、下限界范围内选用。低边坡可选用较陡的数值，高边坡选用较缓的数值。

8.2.4 碎石类土、砂类土、易风化岩石及其他土质的路堑边坡，如果不设防护措施，易于风化剥落，且土中的细颗粒成分也易被地表水流冲至坡脚，堵塞侧沟。因此这种地段的土质路堑一般都

应设置侧沟平台。

8.2.5 在现场调查中，常见到土和风化岩石两种地层组成的较深路堑，由于坡面水流的冲刷和侵蚀，在土石交界处及坡脚部位被冲刷淘空，形成边坡坍塌；另外在养护维修中因边坡较高，无平台可资利用，作业极为不便。因此，有设置边坡平台的必要。

关于本条中较深路堑的深度，本规范中未规定一个具体数值。可由设计人员根据具体情况灵活运用，一般是指15～20 m及以上。土和风化岩石两种地层组成的路堑，如土只是很薄的一层覆盖层，平台则不一定设在土石分界处，以设在边坡中部为宜。

平台上截水沟尺寸以满足排水流量为原则。其断面尺寸可小于侧沟的断面尺寸，亦可做成三角形的，但一定要铺砌加固，以免渗漏。如有渗漏，则对下部的边坡反而不利。如平台位于不易风化岩层上，无渗漏问题，开挖截水沟又困难时，则可改做挡水墙。

8.3.1 岩石路堑边坡的稳定性分析和设计比较复杂，除受其岩性、边坡高度及施工方法等因素影响外，还在很大程度上取决于其岩体结构、结构面产状及风化程度。如何正确地判断和权衡诸因素对边坡稳定性的影响程度，进行较为准确可靠的定量化分析和边坡稳定性评价，目前还是一个有待深入研究的课题，尚没有统一、完善的方法。

因此，本条按照传统设计方法对岩石边坡的设计原则和应考虑的影响因素进行了规定。

近年来由于计算机技术的发展，极限平衡法以及有限元、离散元等数值分析方法在岩石边坡稳定性分析和设计中得到了一定程度的应用，积累了一些成功的经验。故规定在特殊情况下确有必要时，可采用稳定分析方法进行检算。

8.3.2 根据岩石强度和风化程度这两个主要因素制定了表8.3.2，以供一般情况下高度小于20 m的岩石边坡设计使用。由于表中边坡坡率只列出了上、下界限值，具体设计时还得根据现

场调查分析的结果，结合边坡高度，在表中的上、下限界范围内选用。低边坡、设置防护边坡或岩体结构有利于稳定的边坡可选用较陡的数值，否则选用较缓的数值。

8.3.4 岩石路堑的设计有时受施工工艺、施工方法的影响较大。例如在较高的硬质岩石路堑中，常规的爆破开挖方法由于冲击和震动作用，使路堑边坡岩体破碎、松动，常造成运营期间的掉块、落石等病害。对附近一些安全性要求较高的建筑物，常规爆破方法也很难保证其安全性。因此在设计中要考虑这种情况，采用适当的防护措施加以预防。

采用光面、预裂爆破技术能够很好地解决上述问题，而且在大多数情况下，边坡不需设置防护加固措施，就能很好地保持其稳定性。进行光面爆破的工程证明，对于石质路堑，采用光面、预裂爆破可提高路堑边坡工程质量，最大限度地减少开挖时对边坡的破坏，施工后形成的路堑边坡岩体稳定、平整美观，值得大力推广应用。

光面、预裂爆破技术的采用不仅仅是一个施工方法问题，还影响设计过程中工程措施的选用和设计方案的论证。因此，本条从设计角度出发，对其应用做了原则性的规定。

8.3.5 较深的软质岩路堑高边坡，当岩体松散破碎、软弱结构面发育时，往往在开挖施工期间就出现边坡开裂、坍滑等病害，不仅影响施工的安全和进度，而且增加了大量的工程整治费用，给设计、施工以至运营各阶段的工作都带来了很大的问题。究其产生的原因，主要有以下几个方面：

（1）路堑边坡软质岩层节理发育，岩体松散、破碎，自稳性差，开挖后难以保持其自身的稳定性。

（2）由于目前机械化施工的推行，支挡防护工程的跳槽开挖方法很难实现，机械大拉槽施工后，后续支挡防护工程的砌筑周期长，边坡岩层长期暴露，使路堑边坡处于非稳定状态。一旦增加某些外部不利因素，如地面水下渗、拉槽内积水等，造成坡脚

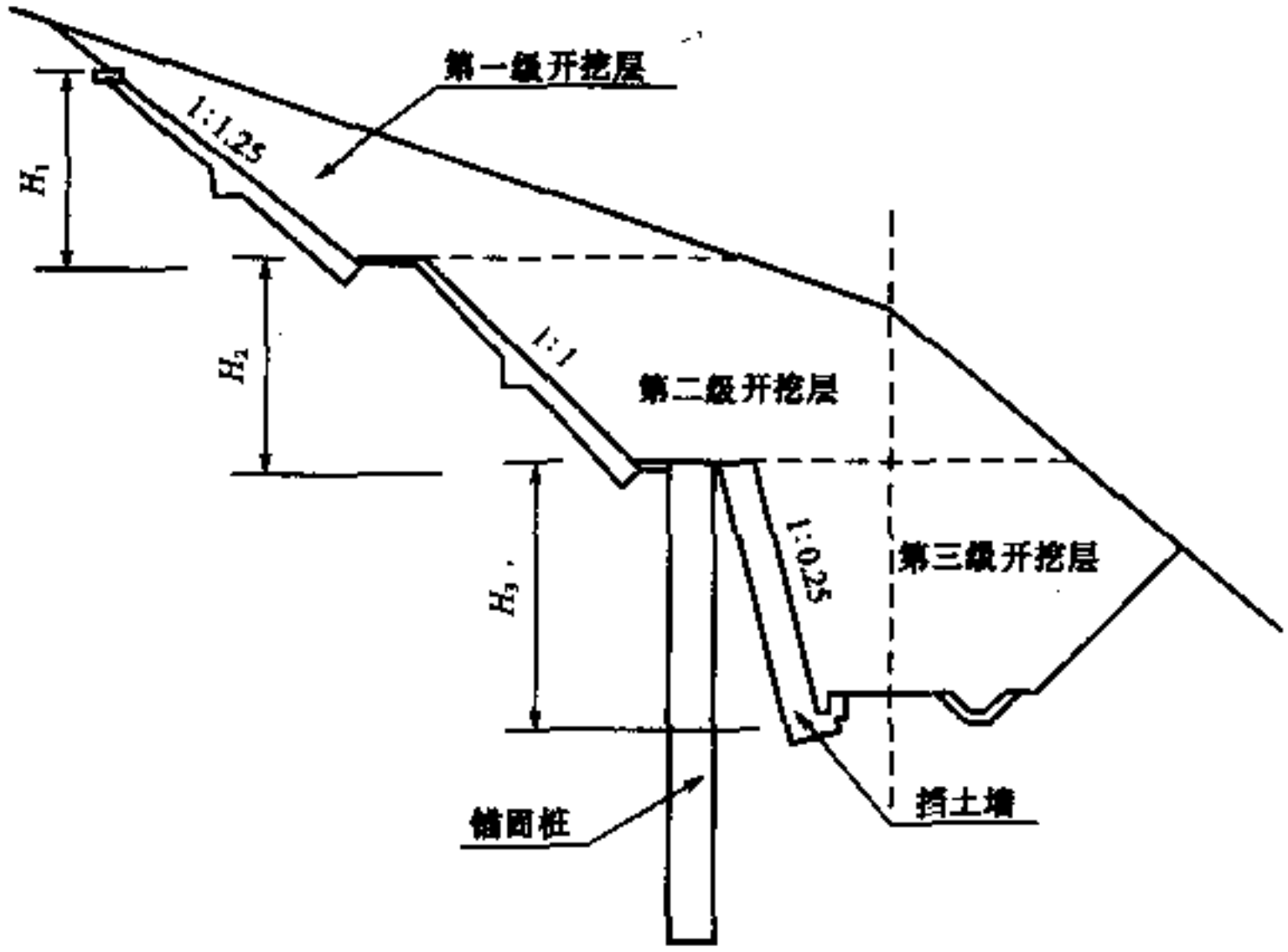
强度下降、边坡变形而引起坍滑。

所谓软弱松散岩质路堑，即指具有上述工程特性的软质岩石路堑。在南昆线路基工程的设计和施工中，遇到了大量的这种类型的高边坡。

根据南昆线试验工程和推广应用经验，分层开挖、分层稳定及坡脚预加固技术主要有以下形式：

（1）分级稳定及坡脚预加固技术

从上到下分级开挖，分级加固防护，下部坡脚采用锚固桩进行预加固，再开挖施工（说明图 8.3.5—1）。



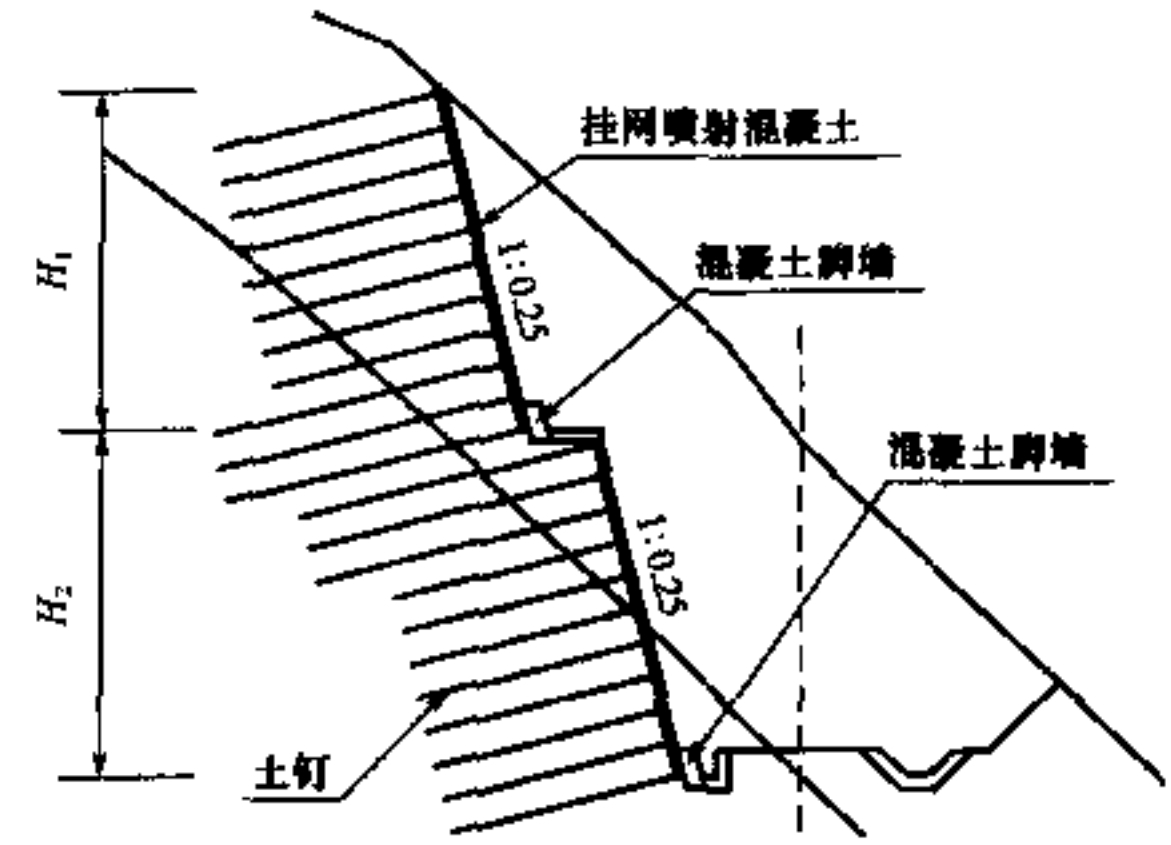
说明图 8.3.5—1　分级稳定及坡脚预加固

（2）分层稳定及坡脚预加固技术

根据防护加固结构类型的不同，分为下列几种形式：

①土钉墙分层开挖、分层加固技术

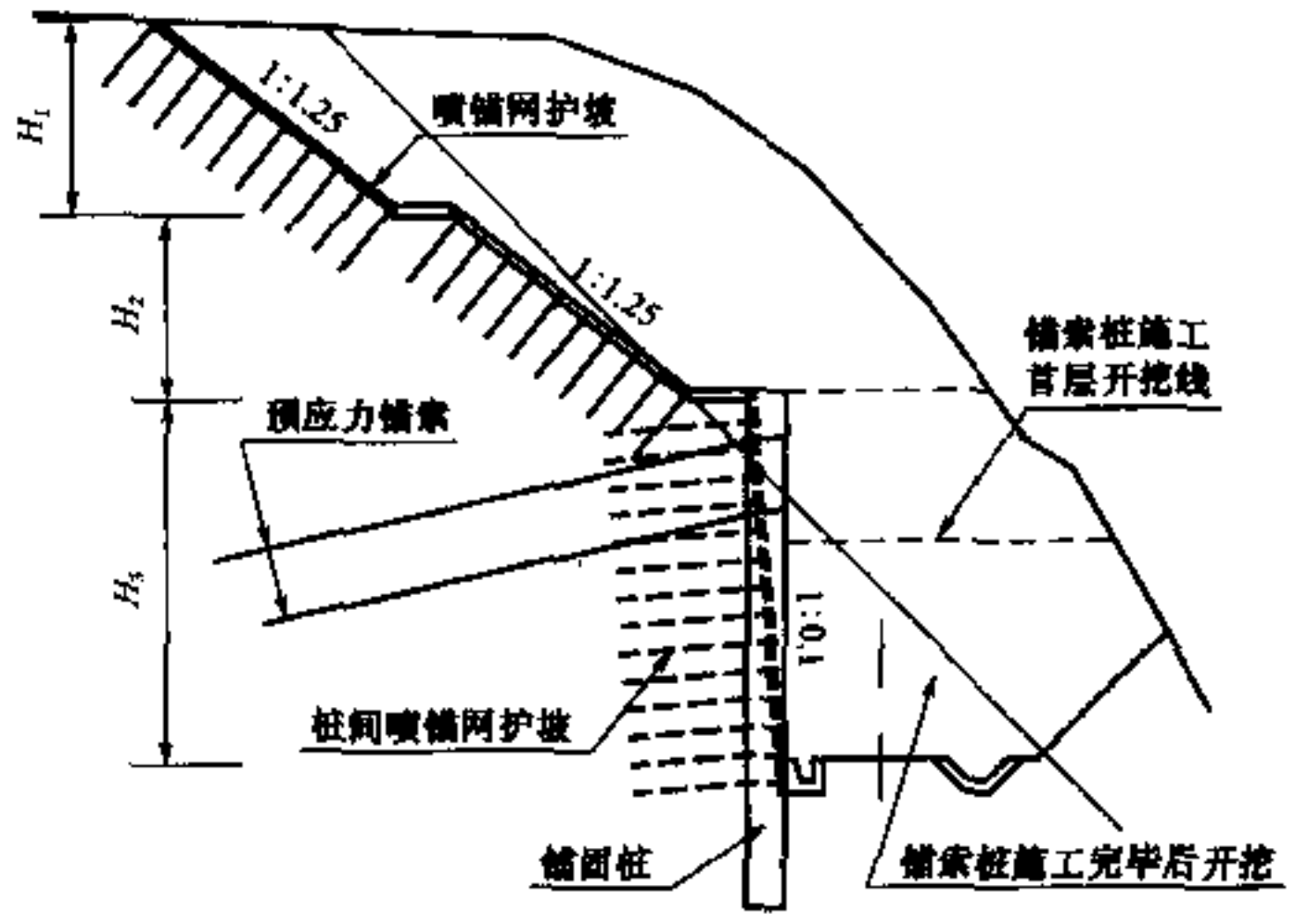
从上到下分层开挖、分层施工土钉墙，及时加固开挖后的边坡，其关键是墙身中部和坡脚的稳定（说明图 8.3.5—2）。



说明图 8.3.5—2　分层稳定及坡脚预加固形式之一

②挂网喷护及预应力锚索桩加固技术

上部设分层开挖、分层加固的挂网喷护，下部设先加固再分层开挖、分层加固的预应力锚索桩及桩间挂网喷护复合结构（说明图 8.3.5—3）。



说明图 8.3.5—3　分层稳定及坡脚预加固形式之二

8.4.1～8.4.3 弃土场（堆）内侧坡脚至堑顶距离应根据边坡高度及地质情况进行选择，以不影响山体及边坡的稳定性为原则，一般为 5 m。

弃土一般应首先考虑堆在山坡下侧，这样可减少运土的爬高距离，对路基稳定性的影响也较轻。为了防止弃土场（堆）沿地面滑动，地面横坡不宜陡于 1:2.5。

弃土时不得压缩桥孔、挤压桥梁墩台、改变水流方向等，以避免造成河岸冲刷加剧，危及桥梁安全。

9.1.1 排水系统设置不合理或排水设施过水断面不足时，会引发严重的路基病害，设计人员应重视路基排水设计。

路基工程的地基、基床和边坡等由岩土所组成的部位易受水的软化，冲蚀作用而产生病害，应通过排水系统将聚集在路基范围内的水或流向路基本体的水及时排除。因为这些部位的土或水稳性不良的岩石经水冲蚀、浸泡后，其物理力学指标会大大降低，以致造成基床病害、边坡溜坍、路堤溃爬滑走等。根据铁道部工务部门的统计，由于排水不良造成的路基病害占各类病害总和的 37.3%，与水的危害有着直接或间接关系的基床病害占各类病害总和的 22.5%，“水是路基的大敌”的观点已成为共识。所以，路基工程应具有良好、完善的排水系统，要首先从排水着手做好地面排水工程，有地下水时需做好地下排水工程。

以往由于对这一点认识不足，看到路堤地基或路堑边坡上有泉水外渗，不加处理而酿成大祸，这类教训是很多的。如某线一个 8 m 高的土质路堤，地基地下水发育，未作处理，施工后路堤边坡上出现弧形裂缝，设计人员只提出在下侧加设反压护道，没有从排水方面去解决，结果反压护道经地下水浸泡，照样发生溃爬，带走了半个路堤，最后在路堤下侧堤身中做三条横向支挡渗沟，上侧做渗水暗沟截住地下水的来路，才止住了溃爬变形。

在排水系统的具体设计工作中，排水设施的合理布置和其过水断面的设计是非常重要的两个环节。路基排水设施应与桥涵、

隧道、车站、农田水利等排水建筑物相顺接，以求水流通路畅通，互不影响，避免那种各行其是、互相矛盾、互相脱节的不良现象；当有集中水流引入的水沟及水沟上方拦截的地表水流量较大时，排水设施的过水断面尺寸需根据汇入的流量经水力计算确定，以保证具有足够的过水能力。在一般情况下，由于流量较小，根据多年实践经验，可直接按本规范所规定的标准断面尺寸使用，不做水力计算。

9.2.2 “若地面横坡不明显，宜在路基两侧设置”指的是：在地面横坡不明显的平坦地带，当路堤高度小于2.5m时，由于地面积水和局部地表径流，可能使路基基床受水浸泡或受毛细管水的作用而影响路基稳定性，宜在路堤两侧均设置排水沟；当路堤高度大于2.5m时，由于路堤较高，短期内的浸泡还不致影响基床部分，也可只在路堤上方单侧设置排水沟；如路堤高度虽小于2.5m，但经调查确认下侧不会有积水和形成地表径流可能时，可只在上方单侧设置排水沟。同样，为了防止地面水流入路堑内，地面横坡不明显地段，在堑顶外两侧设天沟；当地面横坡明显时，仅在上方设置。

9.2.3 天沟的作用是拦截堑顶山坡上的地面水流，不让其流向路堑冲刷路堑边坡，以保证边坡的稳定，同时还应考虑防止汇集于天沟内的水流渗漏而影响边坡的稳定。因此，天沟距堑顶的距离要从这两方面慎重考虑选定。距离过大，未截住的地面水较多；距离过小，有渗漏影响边坡稳定的危险。因此须视路堑边坡土质的好坏及边坡坍塌后对线路的危害程度而定，在一般情况下不宜小于5m。若修建在较完整的岩石上，或其他地层上但已采取加固防渗措施的天沟和未加固防渗的天沟的低路堑可减小到2m，以节约用地。

9.2.4 为了使水沟排水通畅，避免淤塞，水沟纵坡不宜小于2‰，为了减少工程量，困难条件下也不得小于1‰。如在有些平坦地带或反坡排水地段，限制不得用小于2‰的纵坡，这非但

工程量增加很多，而且选择水沟的出口位置也成问题，在这种情况下，容许将水沟纵坡减少至1‰。

9.2.5 侧沟、天沟、排水沟的断面尺寸，须保证排泄全部设计流量而不致溢出沟外。由水力计算得知，若采用底宽0.4m、深度0.4m、边坡坡率为1:1的梯形断面，在2‰的纵坡上，满槽时可排泄约0.2m^3/s的流量，这在一般地区几乎是经常碰到的。所以对一般土质的水沟断面，再加安全高度0.2m，就得出一般情况下水沟断面标准尺寸采用0.4m×0.6m的规定。在干旱少雨地区，由于流量较小，可将水沟深度减至0.4m。岩石路堑的水沟深度亦可减至0.4m，因为岩石路堑水流即使稍有漫溢现象，对边坡和路基面的危害也不大。土质、软质岩石、强风化或全风化硬质岩石地段路堑，其基床表层采用换填地段，应考虑渗水的排除问题，侧沟沟底应低于基床表层底面高程，以利排水，所以规定其沟深为0.8m。

9.2.6 天沟一般不应向侧沟排水，如受地形限制，很难找到出口位置，除了利用急流槽（吊沟）向侧沟引水外，别无其他措施可代替时，方考虑用急流槽将天沟的水引向侧沟。在计算急流槽下游的侧沟断面时，流量采用侧沟和由急流槽引入的二者流量之和，洪水频率采用1/50，以防因流量增大后可能漫溢，直接威胁路基的安全。

9.2.7 为了防止地表水渗入地下土层后影响路基的整体稳定或产生基床病害，对土质、软质岩和强风化或全风化硬质岩石地段的侧沟、天沟、排水沟需进行加固防渗。

9.2.8 深长路堑的侧沟，在下游地段由于汇集的流量增大，一般的标准横断面尺寸已不能满足流量的要求，可能造成水溢道床。如在下游地段加大横断面尺寸，则将增加土石方数量，并非良策，尤其是在反坡排水地段的侧沟，到下游要求加深更多，困难亦更大。在这种情况下，宜视地形条件设法增建桥涵建筑物，将水引排至路基之外。

9.2.9 隧道进出口的路堑侧沟水流，一般不宜引入隧道内，这是为了保证隧道正常运营和安全而规定的。所以当路堑纵坡向隧道为下坡时，宜将侧沟改为反坡。当路堑长、纵坡大时，反坡排水不仅工程量大，而且出水口位置及高程有时也难以选定。若硬性设计为反坡排水，显然欠合理。《铁路隧道设计规范》(TB10003)中规定，隧道长度小于 300 m，水量较小、含泥量少时，路堑侧沟水可经隧道排出。

9.3.1 仰斜式钻孔一般用于含水层较明显的地层中。由于渗水隧洞的工程较大，施工困难，在国外多采用仰斜式钻孔代替渗水隧洞。在我国也有了一些实践经验，取得了良好效果，故提出来推广使用。

9.3.2 渗水暗沟和渗水隧洞的纵坡，应根据地下水埋藏深度及纵坡、地层情况、出水口位置的高程等综合考虑决定。为了迅速排出地下水和防止淤积，渗水暗沟底部纵坡不宜太小，但考虑到地下水经地层土的自然过滤作用，使得地下水的含泥量一般小于地面水的含泥量。若渗水暗沟的反滤层能保证起到应有的作用，不携带沟壁的土粒进入排水孔，则淤积的程度是不会严重的。可见，对渗水暗沟的防淤措施，不仅是纵坡问题，尚应从加强反滤层这一重要环节相配合，方能取得实效。所以规定渗水暗沟纵坡不宜小于 5‰，在困难条件下可减少至 2‰。当采用 2‰时，必须加强其他防淤措施，主要指加强反滤层，加大渗水暗沟的排水孔尺寸，缩短检查井的间距等。

渗水暗沟、渗水隧洞的横断面宽度，往往不取决于排水流量的要求，而是受施工需要的控制。人力施工时，考虑在沟壁支撑加固后尚能保留一人在底部转身工作的最小宽度，对于一般常见的深度为 2～10 m 的渗水暗沟或较短的渗水隧洞而言，宽度不宜小于 1.2 m；对于个别埋藏很深的渗水暗沟或较长的渗水隧道，尚应考虑施工通风的问题，应再酌情加宽。

9.3.3 “在严寒地区的渗水暗沟、渗水隧洞的出口，应采取防

冻措施”，指的是综合选用下列措施：出水口尽可能向阳、背风布置，用保温材料做成保温的圆包头出口，加陡出口段纵坡，设防寒水沟，出水口位置应选在陡坎峭壁处等。

9.3.4 渗水暗沟、渗井和渗水隧洞等地下排水设施皆为隐蔽工程，能否长期起到良好的排水作用，反滤层的设计和施工是关键问题。设计中应正确选择反滤层的层数、颗粒大小及其级配；施工中应保证按设计的要求，洗净砂石料，按颗粒大小的不同分层填筑。

预制无砂混凝土块板作为反滤层，用在卵砾石、粗中砂含水层中效果良好。它具有透水性能和过滤性能好，施工简便等优点，值得推广。如用于细颗粒土地层，应在无砂混凝土块板外侧再加一层厚为 10～15 cm 的中粗砂或土工织物反滤层，用以防止细颗粒土堵塞无砂混凝土块的孔隙。

土工织物作反滤层已广泛采用，在国内农业、水利、铁路和公路的应用中有了一定的实践经验，取得了良好的效果。应推广应用。

9.3.5 PVC、PP/PE 塑料管由于具有重量轻、安装方便、耐腐蚀等优点，近年来被广泛应用于农业、水利及道路方面。铁三院将 PVC 管用于纵向渗水暗沟试验工程取得成功，为 PVC、PP/PE 塑料管在地下排水工程的应用提供了新经验，故在本条中提出以便推广应用。

9.3.6 深度大于 20 m 的检查井，养护人员下井时较为困难，除应设置检查梯外，尚应考虑在检查梯的中段增设为养护人员爬梯时有中途歇息的平台，平台周围设护栏。这种措施在宝成线整治滑坡工程中使用过，取得了良好效果。

10.1.7 植物防护不仅费用低廉，效果较好，而且能起到保护和美化环境的作用。故凡是适宜生长植物且坡率不陡于 1:1 的土质边坡，应优先采用植物防护。植物防护的类型较多，有种草籽、液压喷播植草、铺草皮（满铺草皮、浆砌片石骨架内铺草皮等）

及植树等，亦可将几种植物混合种植，还可用土工网、土工网垫与种草籽或液压喷播植草相结合。甚至还可以采取喷混植生、客土植生，即当边坡表层不适宜植物生长时，在边坡坡面上铺设或置换一定厚度适宜植物生长的土壤（或混合料），以利植物生长。总之，具体可视当地土壤、边坡的高度和坡率及气候条件而定。草籽应选用根系发达、茎干低矮、枝叶茂盛、生长能力强的多年生草种。常用草种有鼠尾草、白茅草、毛鸭嘴、画眉草、两耳草、结缕草、圆果、小冠花、雀稗草等。植树以灌木为宜，并应选择根系发达、枝叶稠密并能迅速生长的灌木树种。常用灌木树种有紫穗槐、夹竹桃、黄荆、野蔷薇、山楂等。乔木对边坡增加重力过大、吸水性强、风吹树摇使边坡发生裂缝，不利于边坡的稳定，而且被风吹倒后会影响行车安全，不宜在边坡上种植。植物防护的设计应参照《铁路路基边坡绿色防护技术暂行规定》进行。

10.2.1 坡面防护是保护环境，防止水土流失的一种工程措施。有些严重的路基病害和水土流失往往是由于路基边坡风化剥落，逐渐发展而造成的。如易风化的岩质路堑边坡任其风化剥落，可能引起大量的坍塌；易于冲蚀的土质堑坡若任其发展，可能引起边坡的溜坍，同时剥落或冲蚀的碎屑物往往堵塞侧沟，使排水不畅，造成路基翻浆冒泥；土质路堤边坡受雨水冲蚀，产生大量冲沟，可能引起边坡溜坍失稳和路肩宽度不足。

10.2.2 表 10.2.2 提出的坡面防护工程类型是当前常用而且效果较好的几种。在选用防护类型时，除应考虑表中所列举的条件外，还应考虑投资的经济性。

喷浆及喷射混凝土、锚杆铁丝网（或土工格栅）喷浆及喷射混凝土护坡，近年来已经取得了一些实践经验，喷掺砂水泥土护坡在宝中线工程实践和试验研究中获得成功，被认为是一种效果较好，造价低廉、有发展前途的防护措施，故将其列入表 10.2.2 中。

10.2.3 根据现场调查，采用植物防护、喷护、挂网喷护等防护措施的路堑边坡，以及较高的土质路堑边坡的坡脚，常因列车震动和雨水冲蚀作用而先破坏，从而导致整个防护工程的破坏或出现边坡坍塌。凡在坡脚增设高 1～2 m 护坡、护墙或挡墙的地段，对边坡的稳定性及耐久性都有明显的提高，故本条作此规定。

10.2.4 软硬岩层相间的路堑边坡，往往由于软质岩石风化剥落速度快，使上部硬质岩层失去支撑力，出现掉块，影响行车安全。

根据现场调查，对上部为硬质岩层、下部为软质岩层的路堑边坡，下部软质岩层边坡用浆砌片石护坡或护墙防护。

10.2.7 封闭式坡面防护是指喷护、挂网喷护及浆砌片石护坡和护墙等，应根据坡面的潮湿程度，设置泄水孔或边坡渗沟等渲泄地下水措施。实践证明，如果坡面中的水不能顺利排出，将严重影响封闭式坡面防护的稳定和使用年限，甚至失败；如果坡面有地下水，则应根据水量大小及分布情况，设置泄水孔或边坡渗沟等渲泄地下水措施。

为避免地基的不均匀沉降而引起墙身开裂，减少坡面防护材料硬化后收缩和温度变化等作用而产生裂缝，应视地基条件、防护类型设置伸缩缝或沉降缝。其中喷护和挂网喷护，因材料硬化后收缩和强度变化作用影响强烈，伸缩缝的密度应适当加大。

10.2.8 天然山坡在开挖边坡前，是在长期地质、自然和应力历史等作用下形成的，具有一定外貌形态并处于自然平衡状态的斜坡。开挖边坡引起了山坡岩体或土体的卸荷和应力重分布，破坏了其原有的平衡状态，造成了开挖后边坡的稳定性问题。另外对于岩石边坡，由于施工爆破的影响，使一定范围内的岩体松动、破碎、力学强度降低。显而易见，开挖的边坡愈高，所受的这种影响就愈大。设计中虽然力图采用“稳定”的边坡坡率和必要的防护措施，以减小或消除其不良影响，但由于对自然认识程度的局限性，边坡愈高，把握性也就愈小。大量的工程实践也说明，

土质和易风化岩石路堑高边坡施工困难，往往在施工中就出现边坡变形，甚至坍塌，建成后养护维修也困难，出现病害难以处理。从环境保护角度出发，高边坡也是不利的，因开挖边坡愈高，破坏天然植被也就愈严重。所以应尽量控制和降低挖方边坡高度。

挡土墙墙顶坡面接浆砌片石护墙、护坡时，一方面由于护墙、护坡容重比自然岩土的重度大，为消除其带给下部挡土墙的主动土压力，宜在墙顶设平台；另一方面，开挖边坡多采用爆破和机械化施工方法，从实践经验出发，为保证护墙、护坡具有牢固的基础，也宜在挡土墙墙顶设置具有一定宽度的边坡平台。

10.2.9 用砂类土、细粒土等填料填筑的路堤，其路肩和边坡在雨水冲刷作用下，常发生水土流失，甚至引起边坡坍塌，路肩宽度不足，危及行车安全。故应根据填料性质、边坡高度和当地降水量，选用适宜的防护措施。其中砂类土（主要指粗砂、中砂、细砂、粉砂和花岗岩风化残积物等）填筑的路堤边坡，因植物不易生长和成活，宜选用干砌片石护坡、浆砌片石护坡或干砌片石勾缝护坡加以防护。

10.3.1 水流冲刷是影响沿河地段路基稳定的主要因素。应慎重地选用适宜的坡面防护、导流、改河等防冲刷措施。

坡面防护是对河岸或路堤坡面予以直接加固，以抵抗水流的冲刷和淘蚀。

导流是借助于沿河布置丁坝来迫使水流流向偏离线路，减轻路基部分的冲刷，一般用于河床较宽，冲刷和淤积大致平衡，水流性质易改变的河段。

当路堤侵占河床较多或水流直冲威胁路基安全，在地形地质条件有可能时，方可采用局部改移河道的措施。但狭谷、泥石流、非稳定性的河段，不应轻易改移河道。

10.3.2 表 10.3.2 中容许流速值上、下限差值较大的防护类型有浆砌片石护坡、大型砌块、浸水挡土墙等，应视建筑物的厚

度、砂浆强度等级、砌块大小等进行选择。容许流速值小的类型适用于薄的、强度等级低的、砌块小的工程；容许流速值大的类型适用于厚的、强度等级高的、砌块大的工程。

砌石护坡的设计厚度，决定于当地开采片石尺寸的大小。如单从防冲刷而言，护坡的厚度用 0.25 m 已够；当采石场的片石面宽为 0.35 m 时，则砌石护坡的设计厚度宜为 0.35 m。

土工织物沉枕、土工模袋等冲刷防护技术已在国外广泛应用，在国内也取得了一些实践经验，并已纳入《铁路路基土工合成材料应用技术规范》，故可视具体条件采用。但由于在铁路路基工程中的应用尚缺乏经验，所以本条要求进行技术经济比选后采用。

10.3.3 冲刷防护工程的基础处理得当与否，是关系到该工程成败的关键。历年的实践经验证明，冲刷防护工程的失败大多是由于地基被淘空而引起的。故基础应埋置在冲刷深度线以下不小于 1 m 或嵌入基岩内。

目前在设计中使用的冲刷深度公式分为一般冲刷和局部冲刷两类。当防护地段河床纵坡变大或防护建筑物较多地压缩了水流断面，致使水流流速增大，而水流流向并不直冲建筑物时，可按一般冲刷考虑。当防护建筑物没有或很少压缩水流断面，但水流方向与建筑物迎面切线交角较大时，可按局部冲刷考虑。

一般冲刷深度采用包尔达柯夫公式计算：

$$h_p = \frac{A_1}{A_2} \times h$$

式中 h_p——压缩断面上冲刷停止时的垂线水深（m）；

h——压缩断面上冲刷前的垂线水深（m）；

A_1——以主槽天然平均流速通过设计流量时需要的断面积（m^2）；

A_2——压缩断面在冲刷前能供给的断面积（m^2）。

局部冲刷深度采用雅罗斯拉夫采夫公式计算：

$$h_{pj}=\frac{23v^2\tan\frac{\alpha}{2}}{g\sqrt{1+m^2}}-30d$$

式中 h_{pj}——建筑物前局部冲刷坑深度（m）；

v——建筑物附近水流的局部流速（m/s）；

g——自由落体加速度，9.81 m/s^2；

α——水流方向与建筑物迎面切线的交角；

m——建筑物的边坡坡率，等于建筑物边坡角的余切；

d——冲刷过程中裸露出来的铺在冲刷坑底的土颗粒粒径，用土中占有15%以上重量的最大粒径的直径（m）。

v、α、d 的大小直接影响 h_{pj} 值，应考虑不同水位时相应的 v、α，看其对 h_{pj} 的影响，从中找出最大值及其代表地段；确定 d 值，取土时应注意土层的代表性，以减少人为因素的误差。

冲刷深度如何确定是尚未解决的难题，目前还难以建立符合实际的计算公式。因此，用公式所求得的冲刷深度，只能供参考，还应通过实际冲刷调查，对附近既有冲刷防护基础埋设深度和使用情况的了解，从防护地段河床地层的钻孔资料中对冲淤交替的分析判断等途径，综合考虑决定之。

防止地基淘刷的措施，按其性质分为立面防淘与平面防淘两类。立面防淘是将建筑物的基础设在冲刷深度以下，使基底不受冲刷。但这种措施在冲刷深度较深的地方，明挖施工抽水困难不易办到，可考虑沉井、桩基。而平面防淘措施是用柔性建筑物平铺在河床或用散体的材料堆放在主体工程的前面，当河床受到冲刷后，这种建筑物就随之下沉起保护基底作用。抛石、石床、潜坝、混凝土块板和石笼等都是属于这类性质的防淘建筑物。平面防淘措施只适用于不重要的线路上使用或作为立面防淘的辅助措施。

10.3.5 导治线是借助导流建筑物将主流挑离路基一侧，规划形

成一条新的河岸线，它是布置调节建筑物的主要依据。在布置调节建筑物的平面位置以前，要合理地规划导治线。

导治线的平面形状应与所防护的一段河岸外形相称。经导治的河床宽度、深度及流速等须与稳定河道的发展规律相符，并要使水流在导治的地段可以较平顺的流过而不致对农田、村庄和上下游线路起破坏作用。导治线的起点应根据河道的地质和水文条件加以选择，尽可能把起点设在地质条件良好，能保证水流由此转向，改按导治方向流动的河段。

在狭窄的河谷地段，因河床狭窄、水流湍急，若在这种地段企图用导流建筑物改变河流水性，往往失败多、收效少，故不宜使用。

10.3.7 本条所提的改河，是指当路堤侵占河床较多或水流直冲威胁路基安全时，将河道局部改移，使路堤避开水流的冲刷。

一条天然河道的形成是河槽地层和水、泥砂长期相互作用的结果，有其自然的客观发展规律。要想改变这种自然规律状态，首先要掌握河流的性质及其演变规律，才能据以改造自然，做好改河设计。一般在短期勘测阶段中，要掌握这些资料是有一定困难的。所以在改移天然河道时，要慎重对待，要注意技术上的可行性和设计的可靠性，务使新河道顺应河势，大体上符合该段天然河流的特性，严防硬性改动，强迫水流拐死弯而招致失败。

一般改移的新河道位置离路基较近，如果不按规定的洪水频率标准设计过水断面及防护高度，势必在设计洪水频率到来时要冲毁河床断面，漫过拦河坝，危害路基的安全，达不到改河的目的。所以规定新河道的设计流量仍按路基采用的洪水频率标准计算。

11.1.2 改建路基的标准原则上应采用新建铁路的标准，但由于既有线改建是在既有现状的基础上进行的，其技术标准一般不能脱离既有线的历史和现状。对布有长大型防护建筑物、高填和深挖、隧道进出口、不良地质等地段，因改建困难，为避免引起大

工程，不宜强求与新建标准完全一致，在不影响运营安全和路基稳定的前提下，经上级主管部门批准后，可允许适当降低局部标准，例如路肩、侧沟平台宽度及侧沟标准等，或维持既有线标准。

11.1.4 有关路基面形状需说明的内容如下：

（1）当不改动既有路基面高度，仅帮宽既有路基时，为使道床下积水能迅速排出，故既有路肩形状做成4%横坡，以利排水。

（2）当抬道量较大时，一般以抬高路基面来增高轨面。抬高后的路基面应设路拱。

（3）在落道量较小时，如落道后既有道床厚度能满足设计标准，一般不再下挖路基面，仍保持原路基面形状（有基床病害者除外）。

当落道量较大，减薄道床不能满足设计要求时，则应下挖既有路基面，其下挖深度以满足新建标准道床厚度为限，下挖后的路基面应设路拱。

11.1.5 当抬道量较小时，一般保持既有路基面高度不变，采用加厚道床的办法抬高轨面，路肩宽度按新建标准设计。

11.1.7 路基病害会危及行车安全并影响通过能力，每年为整治路基病害需耗费巨大的人力、物力和财力。据1998年铁道部对全路路基病害情况统计，全路标准轨距铁路共有路基病害73 406处，总延长达11830.3km。其中排水不良地段长4421.4km，占各类病害总和的37.3%；基床病害（翻浆冒泥、路基下沉和冻害）地段共长2661.9km，占病害总和22.5%。排水不良诱发和加剧了基床病害的发生和发展，随着运量不断增长和行车速度的提高，为保证列车正常运行，就必须使路基始终处于坚固、稳定的状态。所以整治路基病害，特别是基床病害，在改建既有线与增建第二线工程中占有很重要的地位。整治路基病害应结合当地气象、工程地质和水文地质条件进行。对基床病害应采取综合整

治措施，如设置排水渗沟、换填渗水土、压注水泥砂浆、铺设砂垫层或设封闭层等。冻害地段，亦可采取抬高路堤、降低地下水位和铺设保温层等措施。

11.1.8 本条规定了既有线改建路堤设计应遵照的原则。

（1）为了不造成新的路基病害，以利排水，故路基面抬高或边坡帮填以及增建第二线路基时，应采用新建铁路标准的填料填筑，但要注意填料的渗透性不能比既有线填料的渗透性差。

（2）由于路堤帮宽值太小时，帮填土不易粘贴在既有路基上，因此规定帮宽部分的顶宽不应小于0.5 m；同时为了避免出现新帮填部分成为顶部宽底部窄，或倒三角形式样，对边坡稳定不利，所以要求底宽不应小于顶部加宽值。

（3）帮宽和增建第二线路堤时，为使帮填部分与既有路基本体新老土体衔接紧密，因此要求在帮填时沿既有路堤坡面挖底宽不小于1 m的台阶。

（4）既有路堤边坡坡度历经多年，其既有坡度值陡缓不一，为确保路基边坡稳定，故帮填边坡坡度一律采用新建路基坡度标准。

（5）采用道碴抬道引起既有道床增厚，超厚地段造成养护、巡道人员上下作业不便，所以在标准道床厚度以下的超厚部分，采用渗水土垫肩。

11.1.9 在既有路堑边坡不高且稳定，扩宽后高度增加不大时，一般可参照既有稳定边坡坡度或按新建路基标准刷方扩建。但对较高路堑边坡，如发生薄层开挖，特别是岩石地段因施工不易，影响坡面稳固时，宜采用挡护工程收坡，以减少剥皮刷方。

11.1.10 对有重大病害（如崩塌、滑坡或其他等），经多年整治已稳定的既有路堑或有挡护设施的地段，为避免病害重新复发或引发新的病害而引起更大工程，在设计时应慎重对待，尽量保留，不宜轻易对原有边坡进行改动。

11.1.11 对不宜刷方扩宽路堑地段，如采用改变侧沟形式、消

减侧沟平台等办法来加宽路基时，由于抬、落道后路基面水平总宽度发生了变化，设计时还需注意线路中心沿轨枕底面水平至路堑边坡的距离，应满足抽换枕木的要求。

另外，利用设置侧沟盖板来增宽路面，一般只限于岩石路堑地段，在坡面流水不大、长度较短时采用，因剥落土易堵塞侧沟，不宜用于土质路堑地段。同时，道床坡脚还不得伸入盖板，以免影响侧沟的养护维修。

11.1.12 抬高路基面时，宜选用与既有路基同一种填料填筑。当采用与既有线路基性质不同的填料时，应注意做好不同填料接触面间的排水措施。尤其在非渗水土路堑地段，如抬高路基填料采用渗水土时，应注意将下渗到接触面间的水横向引入侧沟内，使路基处于干燥状态，以免在路基内形成水囊，而产生基床病害。

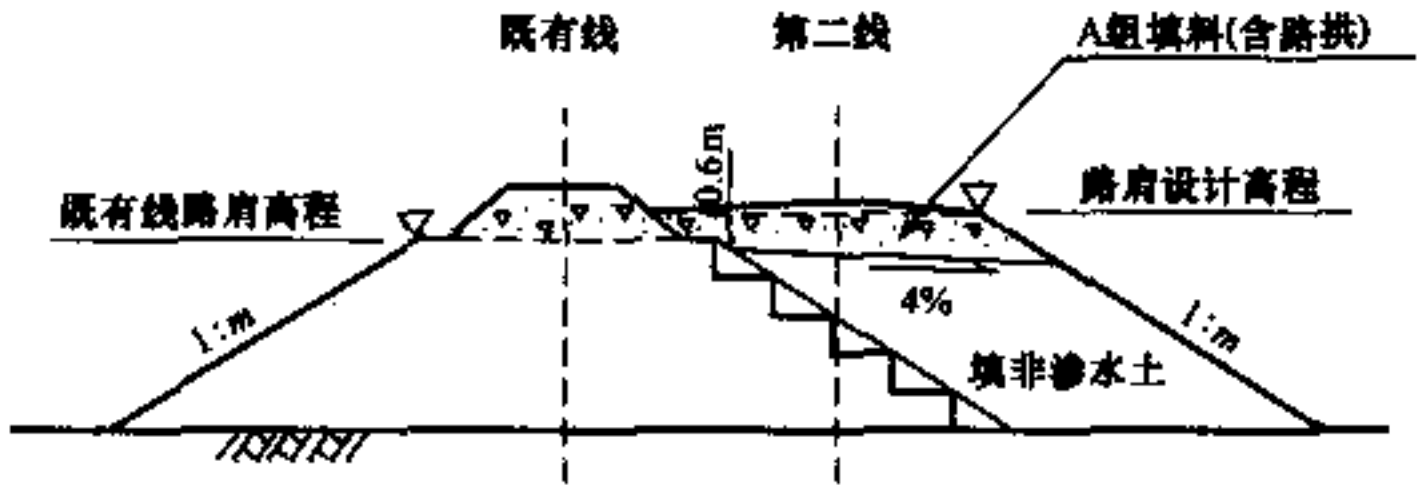
11.1.13 改建既有线与增建第二线并行路基设计中，对于需跨线取、弃土而严重干扰施工及影响行车的地段，应作出方便施工、保证行车安全和不影响或少影响通过能力的过渡措施的设计，如设置施工便线、施工运输尽量利用立交桥涵进行等，以减少跨越轨道。

岩石路堑刷方时，如施工方法选择不当，容易致使既有堑坡产生裂缝，破坏堑坡的整体性，而影响其边坡稳定，甚至造成永久的病害，危及行车安全。因此，岩石路堑刷方时，应注意避免使用大爆破，而应采用光面、预裂爆破等控制爆破技术。此外，施工刷下的石块易砸坏行车设备（如钢轨、轨枕）和砸伤行人等，故应按规定对钢轨采取覆盖防护和封闭施工的措施，以确保既有设备和行车安全。

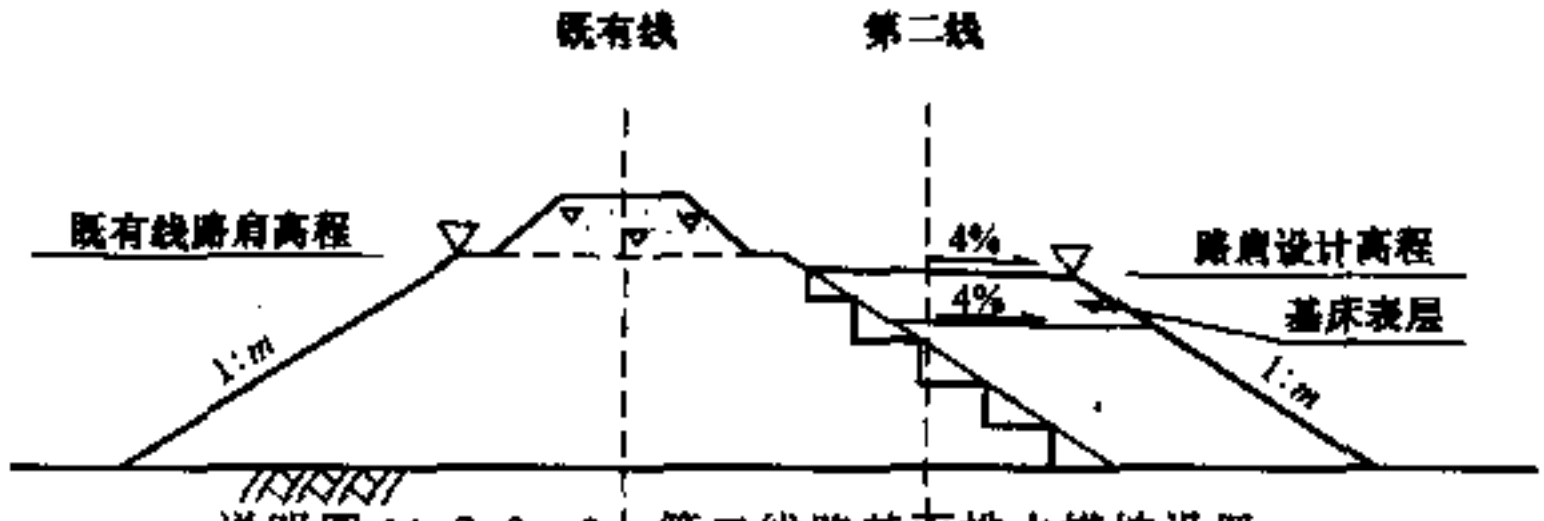
11.2.1 增建第二线路基时，应首先对既有路基现状（含路基病害及既有设施等）进行调查分析。设计时，不仅应考虑第二线路基本身的坚固和稳定，还应考虑既有路基受第二线路基影响可能产生的问题。如既有路基原来状况良好，增建二线后，有可能使

既有路基的环境恶化，甚至产生新的病害；或既有路基原来就处于病害状态，增建第二线后，也有可能促使病害扩大和发展，而导致第二线同受其害。所以在设计时，应统筹考虑，对危及稳定的病害采取措施，一并整治。

11.2.3 第二线与既有线并行非渗水土路基地段，当增建第二线的路基面高出既有线路基面时，第二线路基面设计为三角形路拱，同时为尽快排除既有线路基面积水，故自既有线路肩或路肩以下向外设置4%的排水横坡，排水横坡至三角形路拱之间填A组填料（说明图11.2.3—1）；当增建第二线的路基面低于既有线路基面时，第二线路基面设计为向外4%的排水横坡（说明图11.2.3—2）。



说明图11.2.3—1 第二线路基面排水横坡设置



说明图11.2.3—2 第二线路基面排水横坡设置

11.2.5 在两线并行不等高地段，两线间的路基边坡，对下线而言是路堑边坡，采用路堑坡度值就可稳定。而对上线来说，则为路堤边坡，考虑承受活载的因素，就需适当放缓边坡坡率才能稳

定，因此，设计两线间的边坡坡率值设计时，必须考虑上线列车荷载的影响。对边坡坡率值的确定，应依据列车荷载大小、工程地质情况、两线相差高度等酌情而定。如边坡放缓后，致使线间距增大，将引起较大工程或线路改动困难时，则应与两线间设置支挡建筑物进行比选。

11.2.7 增建第二线并行等高（或两线高差不大、线间距较窄）地段，设计时应注意设置自既有路肩（或道碴陷槽底部饱和土层下）向外倾斜的排水横坡，以使既有路基积水经二线路基，从横向迅速排出。

在并行不等高或两线线间距较大地段，为防止产生路基病害，应于两线间设置纵向排水沟，以疏排两线间积水。

11.3.1 在改建既有线（含抬落道、改移中线、病害处理等）和增建第二线时，不可避免地会大量遇到对既有建筑物的处理问题。其处理尺度把握的恰当与否，对改建工程量的大小及投资影响极大。因此设计时，在确保行车安全和路基稳固的前提下，既有防护设备使用状况良好时，为节省投资，应首先考虑尽量保留。

11.3.2 对既有建筑物采用加大截面、接高或加深基础等措施时，首先应在既有建筑物本身坚固的前提下进行。既有建筑物截面与新增大的截面作为设计截面的共同组成部分，必须成为一个整体，才能起到共同承受土压力或其他外力的作用。因此在设计时，可采用在既有建筑物中锚入弯钩筋等办法，使新旧混凝土与砌体紧密结合，形成整体。

11.3.3 用于砌片石垛加宽或加高路肩时，应注意将高度控制在1 m以下。主要因为随片石垛的高度增高，其各部尺寸也相应增大，对基底承载力的要求也相应提高，而填土坡面上的承载力不一定能满足其要求；同时，当片石垛基底宽度增加后，在既有线上施工开挖的影响范围也增大，使既有路基稳定受到一定影响，对行车造成严重干扰，甚至威胁行车安全。且太高对施工、养护

上下作业也不便。目前在既有线上实际使用的干砌片石垛高度，一般情况下也均未超过 1 m，因此，要求干砌片石垛高度不应超过 1 m。

11.3.4 挡护工程基础埋置深度不够或暴露，易遭受自然和人为因素的坡坏，而影响既有建筑物的强度和稳定性，甚至酿成更大的危害，所以要求基础埋置深度不够时，应对其进行处理并满足有关规范的要求。