

铁路工程设计技术手册

《路基》 第一、五篇

路基构造

铁道部第一设计院主编

人民铁道出版社

铁路工程设计技术手册

《路基》 第一、五篇

路基构造

铁道部第一设计院主编

人民铁道出版社

1977年·北京

内 容 提 要

铁路工程设计技术手册《路基》，内容包括路基构造、路基排水、浸水路基及改河工程、特殊条件下路基、改建既有线及增建第二线、路基防护、挡土墙等七篇及附录——路基设计参考资料。为满足现场设计工作急需，现按各篇定稿先后暂以分篇形式出版。

本册包括：

绪 论

第一篇 路基构造

第一章 路基设计标准——铁道部第三设计院编写。

第二章 路堤——铁道部第一设计院编写。

第三章 路堑——西南交通大学、铁道部第一设计院编写。

第四章 路基稳定性检算——长沙铁道学院编写。

第五章 区间路基土石方调配——铁道部第一设计院编写。

第五篇 改建既有线及增建第二线路基

第二十二章 路基断面设计——铁道部第三设计院编写。

第二十三章 路基病害处理及防治——铁道部第三设计院编写。

铁路工程设计技术手册

《路基》第一、五篇

路 基 构 造

铁道部第一设计院主编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：7 插页：1 字数：233千

1977年3月 第1版

1977年3月 第1版 第1次印刷

印数：0001—8,500册 定价(科三)：0.60元

(限国内发行)

目 录

绪 论	1.1	第三章 路 堑	1.22
一、铁路路基设计的基本要求	1.1	第一节 概 述	1.22
二、铁路路基设计工作的内容	1.2	一、基本概念	1.22
第一篇 路基构造		二、勘测调查要点	1.22
第一章 路基设计标准	1.3	第二节 一般原则	1.22
第一节 路肩标高	1.3	第三节 粘性土和砂类土路堑边坡设计	1.23
第二节 路基面形状和宽度	1.3	一、边坡稳定性分析	1.23
一、路基面形状	1.3	二、边坡形状的选择	1.24
二、路基面宽度	1.3	三、边坡参考资料	1.24
三、养路机械化作业平台的作用及设置原则	1.6	第四节 碎石类土路堑边坡设计	1.24
第三节 路基边坡	1.6	一、边坡稳定性分析	1.24
一、路堤边坡	1.6	二、边坡形状的选择	1.26
二、路堑边坡	1.6	三、边坡参考资料	1.26
第四节 路堤填筑与路堤基底有关规定	1.7	第五节 岩石路堑边坡设计	1.26
一、路堤填筑有关规定	1.7	一、岩体结构分类表	1.26
二、路堤基底的有关规定	1.7	二、边坡稳定性分析	1.26
第五节 路基排水	1.7	三、边坡形状选择	1.32
一、排除地面水的一般要求及规定	1.7	四、边坡参考资料	1.32
二、排除地下水的一般要求及规定	1.8	第六节 黄土路堑设计	1.32
第六节 取土坑和弃土堆的一般规定	1.8	一、黄土的特性	1.32
一、取土坑的位置及一般规定	1.8	二、黄土分类表	1.32
二、弃土堆的位置及一般规定	1.8	三、黄土路堑边坡变形及其原因分析	1.32
第七节 标准路基横断面图示例	1.8	四、边坡稳定性分析	1.33
第八节 路基承受轨道和列车荷载计算	1.9	五、边坡形状的选择	1.35
第二章 路 堤	1.11	六、排水措施	1.35
第一节 概 述	1.11	七、边坡参考资料	1.36
一、基本概念	1.11	第七节 特殊情况下的处理	1.40
二、勘测调查要点	1.11	一、非均质地层路堑的处理	1.40
第二节 一般原则	1.11	二、有不利倾斜结构面的地层路堑设计	1.40
一、设计标准	1.11	三、边坡的防护加固	1.44
二、填料选择	1.13	四、岩石路堑电缆槽的设置	1.45
三、基底填料控制	1.15	第四章 路基稳定性检算	1.46
第三节 高路堤设计	1.15	第一节 土质边坡稳定性检算	1.46
一、边坡形式选择	1.15	一、近似分析方法的检算前提	1.46
二、边坡稳定性分析	1.15	二、假定破裂面为平面的检算方法	1.47
第四节 陡坡路堤设计	1.16	三、假定破裂面为圆柱面的检算方法	1.50
一、陡坡滑动稳定分析	1.16	四、假定破裂面为折线平面的检算方法	1.62
二、防滑措施	1.16	五、数学分析方法的简化法	1.65
三、半填半挖横断面的处理	1.19	第二节 陡坡路堤滑动稳定性检算	1.68
第五节 基底处理	1.20	一、检算前提	1.68
		二、检算方法	1.69

第三节 软土基底的稳定性检算	1.69	二、路基断面型式	5.1
一、路基基底应力计算	1.69	第二节 增建第二线路基	5.3
二、软土基底稳定性检算方法	1.75	一、一般原则及要求	5.3
三、软土基底的沉降计算	1.79	二、路基断面型式	5.4
第五章 区间路基土石方调配	1.81	第三节 预留第二线的新建铁路一次建成双 线路基的条件	5.6
第一节 概 述	1.81	第二十三章 路基病害处理及防治	5.8
一、基本概念	1.81	第一节 基床病害处理及防治	5.8
二、调查要点	1.81	一、概 述	5.8
第二节 区间路基土石方调配	1.81	二、基床病害整治措施	5.10
一、调配原则	1.81	第二节 路基冻害处理及其防治	5.16
二、人力施工运输方法	1.82	一、冻害的形成条件	5.16
三、机械施工运输方法	1.82	二、冻害的分类	5.16
四、调配方法	1.83	三、最小路堤高度的确定	5.16
五、调配中其他规定及注意事项	1.83	四、冻害整治	5.16
第五篇 改建既有线及增建第二线 路基		第三节 其他路基病害处理	5.19
第二十二章 路基断面设计	5.1	一、路堤沿基底滑动的处理	5.19
第一节 改建既有线路基	5.1	二、边坡堆塌的处理	5.19
一、一般原则及要求	5.1	三、其他病害的处理	5.19

目 录

绪 论	1.1	第三章 路 堑	1.22
一、铁路路基设计的基本要求	1.1	第一节 概 述	1.22
二、铁路路基设计工作的内容	1.2	一、基本概念	1.22
第一篇 路基构造		二、勘测调查要点	1.22
第一章 路基设计标准	1.3	第二节 一般原则	1.22
第一节 路肩标高	1.3	第三节 粘性土和砂类土路堑边坡设计	1.23
第二节 路基面形状和宽度	1.3	一、边坡稳定性分析	1.23
一、路基面形状	1.3	二、边坡形状的选择	1.24
二、路基面宽度	1.3	三、边坡参考资料	1.24
三、养路机械化作业平台的作用及设置原则	1.6	第四节 碎石类土路堑边坡设计	1.24
第三节 路基边坡	1.6	一、边坡稳定性分析	1.24
一、路堤边坡	1.6	二、边坡形状的选择	1.26
二、路堑边坡	1.6	三、边坡参考资料	1.26
第四节 路堤填筑与路堤基底有关规定	1.7	第五节 岩石路堑边坡设计	1.26
一、路堤填筑有关规定	1.7	一、岩体结构分类表	1.26
二、路堤基底的有关规定	1.7	二、边坡稳定性分析	1.26
第五节 路基排水	1.7	三、边坡形状选择	1.32
一、排除地面水的一般要求及规定	1.7	四、边坡参考资料	1.32
二、排除地下水的一般要求及规定	1.8	第六节 黄土路堑设计	1.32
第六节 取土坑和弃土堆的一般规定	1.8	一、黄土的特性	1.32
一、取土坑的位置及一般规定	1.8	二、黄土分类表	1.32
二、弃土堆的位置及一般规定	1.8	三、黄土路堑边坡变形及其原因分析	1.32
第七节 标准路基横断面图示例	1.8	四、边坡稳定性分析	1.33
第八节 路基承受轨道和列车荷载计算	1.9	五、边坡形状的选择	1.35
第二章 路 堤	1.11	六、排水措施	1.35
第一节 概 述	1.11	七、边坡参考资料	1.36
一、基本概念	1.11	第七节 特殊情况下的处理	1.40
二、勘测调查要点	1.11	一、非均质地层路堑的处理	1.40
第二节 一般原则	1.11	二、有利倾斜结构面的地层路堑设计	1.40
一、设计标准	1.11	三、边坡的防护加固	1.44
二、填料选择	1.13	四、岩石路堑电缆槽的设置	1.45
三、基底填料控制	1.15	第四章 路基稳定性检算	1.46
第三节 高路堤设计	1.15	第一节 土质边坡稳定性检算	1.46
一、边坡形式选择	1.15	一、近似分析方法的检算前提	1.46
二、边坡稳定性分析	1.15	二、假定破裂面为平面的检算方法	1.47
第四节 陡坡路堤设计	1.16	三、假定破裂面为圆柱面的检算方法	1.50
一、陡坡滑动稳定分析	1.16	四、假定破裂面为折线平面的检算方法	1.62
二、防滑措施	1.16	五、数学分析方法的简化法	1.65
三、半填半挖横断面的处理	1.19	第二节 陡坡路堤滑动稳定性检算	1.68
第五节 基底处理	1.20	一、检算前提	1.68
		二、检算方法	1.69

绪 论

一、铁路路基设计的基本要求

(一) 铁路路基是轨道的基础，是铁路线路中的重要组成部分；它贯穿铁路全线，与沿线的桥梁、隧道结成为一个线路的整体。路基是保证列车正常运行的主要建筑物，建设一条铁路，一定要首先把路基修好。

路基工程在整个铁路工程中，其工程数量和投资额都占有很大比重，使用劳动力最多，占用土地也多，牵涉的面很广。特别是通过工程地质、水文地质条件复杂的地区，遇到的技术问题更多，因此更须予以足够的重视，妥善加以处理。铁路路基工程的质量，是保证列车正常运行的一个重要问题，为了使路基工程达到高质量、低造价，我们必须在党的一元化领导下，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，认真贯彻“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线和“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，切实做好路基设计工作。

(二) 路基主要是由当地天然土石建筑的一种条形的土工建筑物。它连绵千里，劈山跨沟，经常遇着各种地理、地质、水文等复杂的自然条件。在这样复杂的条件下，使路基能有足够强度承受轨道及列车荷载，抵抗自然因素的破坏，保证列车运行的安全，是路基设计的基本任务。要完成这一任务，设计人员必须坚持唯物论的反映论，反对唯心论的先验论，反对形而上学，要以认真负责的态度，深入现场，调查研究，细致分析各种自然因素与路基的关系，在错综复杂的条件中，抓住主要矛盾，采取有效的措施，精心设计，精心施工，使路基能经常保持正常的使用状态。要做到这一点，必须坚持群众路线，实行现场设计，做好内外三结合，吸取施工、运营的实践经验，不断总结提高。

(三) 设计路基及其防护加固建筑物，要坚持独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的方针，力求节约国家投资，少占农田，节约劳动力，就地取材，节约材料；还要考虑施工方便，易于养护。对路基设计中的技术问题，要放手发动群众，通过科学实验，大搞技术革新，积极采用和推广新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备，使路基及其防护加固建筑物坚固、耐久，以更好地适应我国社会主义革命和建设对铁路运输的需要。

(四) 方案比选是设计的必不可少的工作，方

案比选做得好，可使设计有充分的根据，避免返工。路基设计方案比选，首先应从线路平、纵断面上研究线路位置有无改进的可能，尤其在山区的线路，左右上下移动少许，可能使路基所处的条件有较大的改善，减少防护工程。在线路位置确定后，尚应作路基与桥、隧建筑物的比选，其中常遇到的有深路堑与隧道的比较；高路堤与桥的比较；改河与建桥的比较；陡坡地段挡土墙与明洞或栈桥的比较等等。在进行这些方案比选时，应全面考虑，防止片面性。例如深路堑与隧道的比较，不仅要算路堑的土石方数量，尚应考虑路堑边坡的工程地质情况，开挖路堑后是否需作防护加固工程，以及路堑弃方占用农田的情况等。又如高路堤与桥的比较，除考虑填方的数量外，尚应考虑到路堤占地多，并由于沉落量大会造成养护困难等不利条件。在地质不良地段的线路，一般应从保证运营安全来考虑，宁做桥、隧而少做高堤深堑。

方案比选时所用经济指标及拟订的施工方法，应力求符合当地具体情况，并与其他有关专业人员共同研究。必要时，还应与施工、运营单位结合，把比选工作做得更为周密完善。

(五) 整治不良地质的路基是路基设计的重要部分，且在路基设计工作量中占很大的比重。在勘测阶段，要配合线路、地质等专业在现场注意发现这些工点。对严重的不良地质地段，线路应尽量设法绕避，对不能绕避的，要作出周密的、切实可行的工程措施，及早处理，力求根治；对于一时不易摸清的重点问题，应进行必要的调查研究和观测试验，减少设计的盲目性；如施工期限紧迫，尚无肯定的结论时，则应对可能出现的坏情况多加分析考虑，采用比较安全的工程措施；短期内不致对铁路产生灾害性危害的工点，则可考虑在全面规划的基础上，分期治理。

(六) 水的活动是造成路基病害的主要原因，举凡路基沉陷，翻浆冒泥，冻胀凸起，边坡溜滑、堆塌等变形，莫不或多或少地与地面水和地下水的活动有关。因此为了保证路基坚固和稳定，必须做好排水工作，将为害的地面水和地下水拦截排走，使路基能经常处于干燥状态。尤其是对被水浸泡易于松软的土质和易于软化的岩石路基，更要特别注意做好地面排水与地下排水工程，保证路基的基

床、边坡和路堤基底稳固。

(七) 路基的强度和稳定性程度,并不是经久不变的。由于地面水的渗入和蒸发,地下水位的上升和下降,温度的变化,冻结与融化过程中水分的转移等,将使土中的水分重新分布,增加或减少土的湿度,改变土的物理力学性质,因之路基的稳定性系数是随上述情况的变化而变化,不是一个固定的数值。路基设计必须选择路基修筑以后可能发生的最不利情况作为根据,来检算路基的强度和稳定性,决定其结构尺寸及相应的工程措施,以保证路基在任何时候都保持完整的状态。但由于铁路勘测的时间往往不是在自然条件对路基最不利的时期进行的,故所取得的土体计算参数如土的单位容重、抗剪强度、压缩性、含盐量等,只能说明路基某一时期的情况,尚不能反映对路基最不利时期的真实情况。因此不能简单地直接采用室内或野外试验测出的数据,而应对照试验过程中的条件和预计路基修筑后最不利情况时的条件,找出其差异性,加以分析,慎重选用,必要时予以适当的修正。

(八) 路基设计仅是线路设计的一个组成部分,与其同时进行设计的尚有线路、桥涵、隧道、站场等专业。为了保证整个设计文件的总体性和协调一致,设计时应与有关专业保持密切联系,互相配合,互相提供资料,特别注意路基本建筑物与其它建筑物的连接部分应衔接妥当。

二、铁路路基设计工作的内容

(一) 铁路路基设计的范围

1. 路基本体工程(路堤、路堑、半堤半堑及其有关工程等);
2. 路基防护和加固建筑物(坡面防护、冲刷

防护、支撑加固建筑物及防砂、防雪设施等);

3. 路基地面排水和地下排水设备(侧沟、天沟、排水沟、截水沟、急流槽、渗水暗沟、渗水隧洞、平式排水钻孔等);

4. 由于修筑路基而引起的改河(改沟)工程;

5. 区间路基土石方调配。

(二) 路基个别设计的条件

路基设计分为一般设计和个别设计两种。一般设计,是指在良好的工程地质地段,设计时可按铁路工程技术规范的标准规定,根据路基标准横断面绘制横断面图或路基边坡表就能施工的路基。

对下列情况下的路基应考虑进行个别设计:

1. 工程地质、水文地质条件复杂或路基边坡高度超过铁路工程技术规范中路基边坡表的最大高度的路基;

2. 修筑在陡坡上的路堤;

3. 各种特殊条件下的路基;

4. 有关路基的防护加固及改移河道工程;

5. 采用大爆破的路基及水力冲填的路堤。

(三) 标准设计和通用设计

为了加快设计速度,保证设计质量,对路基设计中经常要重复使用而又需统一标准规格和成熟的结构物,要及时编制和补充标准设计或通用设计。

(四) 各设计阶段的工作内容

新建与改建铁路设计,一般采用初步设计、施工图设计两阶段;对工程简易,方案明确,主要技术原则已经确定的线路,可采用一阶段设计。各设计阶段的工作内容应按部公布的现行“铁路基本建设工程设计文件编制规定”办理。

第一篇 路基构造

第一章 路基设计标准

第一节 路肩标高

路肩标高, 应保证不致因洪水来临淹没路基而影响行车, 以及在地下水最高水位时, 不致因毛细水上升至路基而使土的湿度增加而减低路基土的强度与承载力和可能发生冻胀翻浆现象。

铁路工程技术规范中规定:

一、特大桥和大中桥的桥头引线、水库和可能被水淹没地段的路基, 其路肩标高, 应高出设计水位加波浪侵袭高度和壅水高度再加至少0.5米。

二、设计水位的洪水频率标准在Ⅰ、Ⅱ级铁路为1/100, Ⅲ级铁路为1/50。若观测洪水(包括调查可靠的有重现可能的历史洪水)高于上述设计洪水频率标准时, 则应按观测洪水设计, 但当观测洪

水的频率在Ⅰ、Ⅱ级铁路超过1/300, Ⅲ级铁路超过1/100时, 则分别采用1/300和1/100进行设计。

三、小桥涵附近的路肩标高, 应高出设计水位连同壅水高度至少0.5米。设计水位的洪水频率, Ⅰ、Ⅱ级铁路为1/100, Ⅲ级铁路为1/50。

四、遇淤积严重或有特殊要求的水库时, 应在初步设计中拟定洪水频率标准。

五、路肩标高应高出最高地下水或最高地面积水, 高出的数值应视土中毛细水上升可能达到的高度和冻结深度决定。如满足上述条件有困难时, 亦可采取其他如降低水位、设置毛细水隔断层等措施。

第二节 路基面形状和宽度

一、路基面形状

路基面的形状分有路拱和无路拱两种。路拱的作用是使降落在路基面的雨水能迅速排走, 以免浸湿路基面降低其强度。因此, 用非渗水土修建的路基面应做成路拱; 而用岩石、渗水土修建的路基面, 由于其抗水性强, 可做成无路拱的水平面。

铁路工程技术规范中规定:

(一) 单线路基的路拱横断面应做成梯形, 上宽2.1米, 高0.15米。曲线加宽时, 路拱的上宽保持不变。

(二) 一次修筑双线路基的路拱横断面应做成三角形, 高0.2米, 底边等于路基宽度。曲线加宽时, 仍保持三角形。

(三) 单线或双线的路基为岩石(年平均降雨量大于400毫米地区的易风化泥质岩石除外)、渗水土时, 路基面应做成水平面, 并高出其他土质路基的路肩。高出尺寸 h 应按取消路拱和减少的道床厚度计算。 $h = \text{路拱高} + \text{减少道床厚}$ 。

上述提高路基面的路基与其他土质路基相连接时, 应向土质路基方向以渗水土顺坡, 其长度一般不小于10米。

二、路基面宽度

(一) 确定路基面宽度的依据

新建铁路的区间路基宽度, 应根据远期发展的铁路等级、轨道类型、道床标准形式及尺寸计算确定。路基面宽度等于道床坡脚间所占用的路基宽度再加上两侧的路肩宽度。

路肩的作用是加强路基的稳定性, 防止道碴滚落至路基面以外, 同时便于养护维修及行人的安全等。在铁路工程技术规范中规定, 新建铁路的路肩宽度在Ⅰ、Ⅱ级铁路的路堤不得小于0.6米, 路堑不得小于0.4米, Ⅲ级铁路均不得小于0.4米。

(二) 区间直线地段路基宽度

新建铁路的区间直线地段路基宽度, 根据铁路工程技术规范的规定, 一般采用表1—1所列数值。

(三) 曲线地段路基加宽

路基宽度 (米)

表 1-1

铁路等级	轨道类型	单 线						双 线					
		非 渗 水 土			岩 石、渗 水 土			非 渗 水 土			岩 石、渗 水 土		
		道床厚度	路基宽度		道床厚度	路基宽度		道床厚度	路基宽度		道床厚度	路基宽度	
			路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑
I	次重型	0.45	6.7	6.4	0.30	5.8	5.4	0.45	10.8	10.4	0.30	9.8	9.4
		0.45	6.7	6.4	0.30	5.8	5.4	0.45	10.8	10.4	0.30	9.8	9.4
II	中 型	0.40	6.5	6.2	0.25	5.6	5.2	0.40	10.6	10.2	0.25	9.6	9.2
		0.45	6.4	6.1	0.30	5.4	5.1						
III	中 型	0.40	6.2	5.9	0.25	5.2	4.9						
		0.40	5.7	5.4	0.25	4.9	4.6						
	轻 型	0.40	5.7	5.4	0.25	4.9	4.6						
		0.35	5.6	5.3	0.25	4.9	4.6						

注：(1) 采用重型轨道的 I 级铁路，路基宽度应在初步设计中拟定，报铁道部审批；
 (2) 路堑线路中心沿轨枕底部水平至路堑边坡的距离，一边不应小于 3.5 米（曲线地段系指曲线外侧）；
 (3) 年平均降雨量大于 400 毫米地区的易风化泥质岩石一般按非渗水土考虑。

在曲线地段，为了平衡列车在曲线上运动的离心力，曲线外轨需设置超高，其超高值为：

$$E = \frac{7.6V_{\max}^2}{R} \quad (1-1)$$

式中：R——曲线半径 (m)；
 V_{\max} ——行车最高速度 (公里/小时)；
 铁路工程技术规范对各级铁路行车最高速度规定为：

- I 级铁路 120 公里/小时；
- II 级铁路 100 公里/小时；
- III 级铁路 80 公里/小时。

曲线超高是用加厚外轨轨下道床厚度来实现，由于道床加厚，道床坡脚外移，因而在曲线外侧的路基宽度亦应随超高度的不同而适当加宽，以保证路肩宽度不小于规范中的规定。

路基加宽的数值系按各级铁路最大可能超高度 (I、II 级铁路最大超高度为 150 毫米，III 级铁路为 125 毫米) 计算决定，如计算的超高度小于最大超高度，则用计算超高度，并核算路基外侧加宽值。

铁路工程技术规范中规定：区间单线曲线地段

的路基宽度，应在曲线外侧按表 1—2 规定加宽，并应在缓和曲线范围内递减。

曲线路基加宽 (米) 表 1-2

铁路等级	曲线半径	路基外侧加宽
I、II 级	600 及以下	0.5
	600 以上至 800	0.4
	800 以上至 1200	0.3
	1200 以上至 2000	0.2
	2000 以上至 4000	0.1
III 级	450 及以下	0.4
	450 以上至 600	0.3
	600 以上至 800	0.2
	800 以上至 2000	0.1

(四) 区间路基面宽度计算公式

1. 单线直线地段非渗水土路基面宽度：

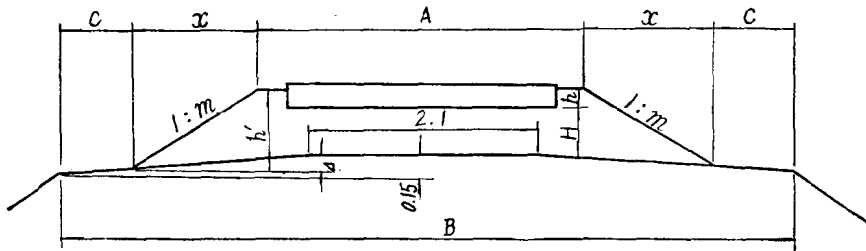


图 1-1 单线直线地段非渗水土路基面宽度计算

从图 1-1 得 $B = A + 2x + 2C$

$$C = \frac{B - A - 2x}{2} \quad (1)$$

$$h' = \frac{x}{m} = J + H + h \quad (2)$$

知 $\frac{0.15}{\frac{B-2.1}{2}} = \frac{J}{x + \frac{A-2.1}{2}}$

$$\therefore J = \frac{0.15}{\frac{B-2.1}{2}} \left(x + \frac{A-2.1}{2} \right)$$

将 J 值代入 (2) 式中, 并进行整理得

$$x = \frac{m(h+H)(B-2.1) + 0.15m(A-2.1)}{B-2.1-0.3m}$$

将 x 值代入 (1) 式中, 并进行整理得

$$B^2 - PB + Q = 0$$

$$\therefore B = \frac{P \pm \sqrt{P^2 - 4Q}}{2} \quad (1-2)$$

式中: $P = A + 2C + 2.1 + m \{0.3 + 2(h+H)\}$

$$Q = 2.1A + C(4.2 + 0.6m) + m \{0.63 + 4.2(h+H)\}$$

其中: A ——道床顶宽 (m);

m ——道床边坡坡率;

h ——轨枕埋入道床厚度 (m);

H ——道床厚度 (m);

C ——路肩宽度 (m);

B ——路基面宽度 (m)。

2. 单线直线地段岩石、渗水土路基面宽度:

$$B = 2C + 2m(H+h) + A \quad (1-3)$$

式中符号意义同上。

3. 双线直线地段非渗水土路基面宽度:

从图 1-3 得 $C = \frac{B - D - A - 2x}{2} \quad (1)$

$$h' = \frac{x}{m} = h + H + J \quad (2)$$

知: $\frac{0.2}{B/2} = \frac{J}{A/2 + 0.75 + x}$

$$\therefore J = \frac{0.4}{B} \left(\frac{A}{2} + 0.75 + x \right)$$

$$x = \frac{m(hB + HB + 0.2A + 0.3)}{B - 0.4m}$$

将 x 值代入 (1) 式, 并进行整理得

$$B^2 - MB + N = 0$$

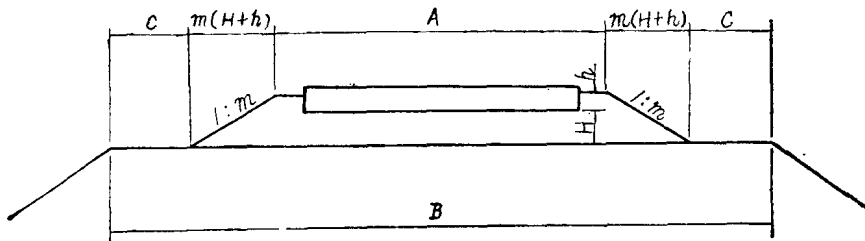


图 1-2 单线直线地段岩石、渗水土路基面宽度计算

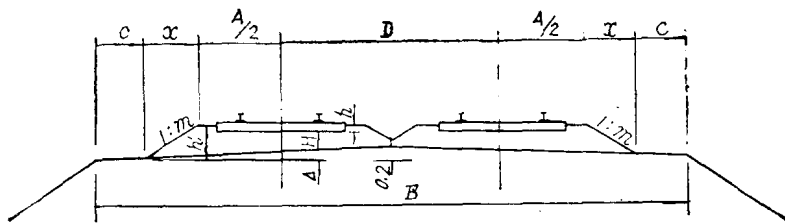


图 1-3 双线直线地段非渗水土路基面宽度计算

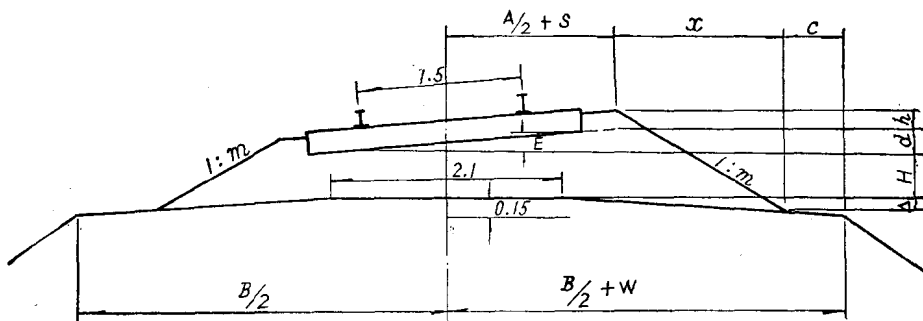


图 1-4 曲线地段路基外侧加宽计算

$$B = \frac{M \pm \sqrt{M^2 - 4N}}{2} \quad (1-4)$$

式中: $M = D + A + 2C + (0.4 + 2h + 2H)m$

$N = (0.4D + 0.8C - 0.6)m$

其中: D ——双线的线间距, 按工程技术规范规定不应小于4.0米;

H ——靠路基中心的钢轨轨枕下的道床厚度;

其他符号意义同式(1-2)。

4. 双线直线地段岩石、渗水土路基面宽度:

$$B = A + D + 2m(H + h) + 2C \quad (1-5)$$

式中符号意义同式(1-4)。

5. 曲线地段路基外侧加宽(W)计算

从图1-4得 $E = 7.6 \frac{V_{\max}^2}{R}$

$$\frac{E}{1.5} = \frac{d}{\frac{A}{2} + S + 0.75}$$

$$\therefore d = \frac{E(\frac{A}{2} + S + 0.75)}{1.5}$$

$$\frac{B}{2} + W - 1.05 = \frac{B}{2} + W - 1.05 - C$$

$$\therefore J = 0.15 - \frac{0.15C}{\frac{B}{2} + W - 1.05} \quad (\text{可取近似值 } J \approx$$

0.11~0.12)

$$x = m(h + d + H + J)$$

$$W = \frac{A}{2} + S + x + C - \frac{B}{2} \quad (1-6)$$

式中: A ——道床顶宽(m);

B ——直线地段路基宽度(m);

S ——曲线地段道床顶面加宽值。铁路工程技术规范中规定: 当 $R \leq 600$ 米时, $S = 0.1$ 米; 当 $R > 600$ 米时, $S = 0$;

C ——路肩宽度(m);

h ——轨枕埋入道床厚度(m);

H ——曲线内侧钢轨轨枕下道床厚度(m)。

三、养路机械化作业平台的作用及设置原则

由于养路维修工作逐步采用机械化作业, 为便于放置机具设备, 在铁路工程技术规范中规定: 区间路基每隔500米左右, 在一侧设置养路机械化作业平台一处, 如采用活动平台时, 则不设。

在设置养路机械化作业平台时, 应考虑节约土石方, 少占农田等因素, 选择适当位置。

关于平台的长宽尺寸, 由于目前各铁路局养路机械设备的类型及规格不完全相同, 设计时须与所管辖的铁路局商量决定。

第三节 路基边坡

一、路堤边坡

路堤边坡坡度应根据填料的物理力学性质、边坡高度以及基底的工程地质和水文地质条件等因素合理确定。

如路堤基底情况良好, 路堤高度不超过表1-3所规定的范围, 其坡度一般按表1-3设计。

路堤边坡 表1-3

填料种类	路堤边坡的最大高度(米)			边坡坡度		
	全部高度	上部高度	下部高度	全部	上部	下部
一般粘性土	20	8	12	—	1:1.5	1:1.75
砾石土, 粗砂, 中砂	12	—	—	1:1.5	—	—
碎石土, 卵石土	20	12	8	—	1:1.5	1:1.75
不易风化的石块	8	—	—	1:1.3	—	—
	20	—	—	1:1.5	—	—

注: (1) 在设计中如有专门的试验研究或可靠的资料和经验可不受本表限制。

(2) 用大于25厘米的石块, 边坡采用干砌者, 其边坡坡度应根据具体情况决定。

二、路堑边坡

路堑边坡的坡度应根据土的性质, 当地工程地

质、水文地质条件, 拟定的施工方法及边坡的高度, 结合自然极限山坡和人工坡的调查决定。岩石边坡尚应考虑岩层产状、节理发育程度、地貌形态及各种地质作用的影响等因素。

当地质条件良好时, 可参照表1-4所列数值设计。

路堑边坡 表1-4

土石种类	边坡最大高度(米)	边坡坡度
一般均质粘土、砂粘土、粘砂土	20	1:1~1:1.5
中密以上的粗砂、中砂	20	1:1.5~1:1.75
黄土	20	老黄土
		新黄土
碎石(角砾)土和卵石(砾石)土	20	胶结和密实
		中密
岩石	20	1:0.1~1:1

注: (1) 黄土路堑如采用阶梯式, 阶梯高度一般为8~12米。

(2) 如有专门的试验研究或可靠的资料和经验时, 可不受本表限制。

第四节 路堤填筑与路堤基底有关规定

一、路堤填筑有关规定

路堤的填筑标准与路堤的稳定性、坚固性都有很大关系，在铁路工程技术规范中作了下列一些规定：

(一) 填筑粘性土路堤时，应按横断面全宽逐层水平压实，层厚以0.3米为宜，并应对填土密度进行控制。一般路基面下1.2米内达到最佳密度的90%，下层达到最佳密度的85%。

填筑路堤用土的含水量，应等于或接近最佳含水量。当含水量超过规定时，应采取适当措施，如排水疏干、松土晒干、渗水土夹层或中间加砂层、两侧加砂沟等办法填筑。

在年降雨量小于400毫米的干旱地区，填土密度允许较一般规定减少5%。

(二) 用碎石土、卵石土、砾石土、粗砂、中砂等填筑路堤时，一般采用分层填筑，层厚不宜超过0.3米。当含粘性土较多时，尚应按一般填土密度进行控制。

(三) 用不易风化的石块填筑路堤时，路基面下1.2米内应分层填筑，其上部0.3米内不得使用大于15厘米的石块。其他部分可以倾填。边坡一般以较大石块码砌。

用易风化的石块填筑路堤，边坡按风化后的土质边坡设计；施工时应分层铺填，间隙中用小石、石屑填塞。对可压碎的风化石块，应尽量分层压实。

(四) 桥台锥体及台后填方（下方不小于2米，上方不小于2米加桥台高度的范围内）均应以渗水土填筑。确有困难时，除严寒地区外，可用一般粘性土填筑。各类土的填方均应严格夯实，采用一般粘性土作填料时，应达到最佳密度的90%。

(五) 涵管缺口填土，应从涵管的两侧不少于涵管孔径两倍的宽度内，同时对称水平分层填筑。

当涵管位于填石路堤地段，则涵管顶上至少1米及涵管中线两侧各两倍于涵管孔径宽度的范围内，应以粒径小于15厘米的石块填筑。

(六) 带有草皮的表层土，不应填于高度在1米以内的路堤；当路堤高于1米，且横向坡度小于1:5时，可将其打碎铺填于路堤下层。

(七) 填筑路堤时，应视堤高、填料、压实方法，适当加1~3%的沉落量。加筑沉落量的路

堤，仍保持设计坡脚不变，而将施工边坡略陡于设计坡度，路基面不小于设计宽度。

加筑沉落土后，路基面的抬高，应向邻接的填挖交界或桥头递减。递减纵坡不宜大于该线的最大坡度。困难条件下，不得超过最大坡度加2%；按此要求预加沉落量不能满足时，采用加宽路基措施补足。

(八) 用不同填料填筑路堤时，不得使各类填料混杂填筑，并应符合下列规定：

1. 渗水土置于非渗水土之上时，非渗水土表面应有向两侧不小于4%的横坡。非渗水土置于渗水土之上时，接触面可做成平面，必要时在两种土间设垫层。

2. 当分层填筑困难时，一般将渗水性弱的土填在堤心部分，两侧填筑渗水性强的土。

二、路堤基底的有关规定

(一) 基底土密实，且地面横坡不陡于1:10时，路堤可直接修筑在天然地面上。

在不填不挖或路堤高度低于0.5米的地段，应清除草皮。

(二) 在稳定的斜坡上，路基基底应按下列要求处理：

1. 横向坡度为1:10~1:5时，应清除草皮；

2. 横向坡度陡于1:5时，原地面应挖成台阶，台阶的宽度不小于1.0米。

(三) 基底有地下水影响路基稳固时，应拦截或排除地下水至路堤基底范围以外。如处理有困难时，则应以渗水土或不易风化的岩石填筑在路堤底部。

(四) 路堤基底为耕地或松土时，应先压实后再行填筑。在深耕地段，必要时应将松土翻挖，然后回填压实。

经过水田、池塘或洼地时，应根据具体情况，采取排水疏干、挖除淤泥、抛填片石或砂、砾石等处理措施，保持基底的坚固。

(五) 陡坡上的路堤，应检算路堤顺基底及基底下软弱层滑动的稳定性。当稳定性不够时，应在路堤的下方设计支挡建筑物或采取其他稳固措施。

注：关于路堑的有关规定见第三章《路堑》。

第五节 路基排水

一、排除地面水的一般要求及规定

(一) 对路基有危害的地面水，应采取拦截或排出路基范围以外的措施。设计排除地面水设施时，应考虑农田水利的综合利用，不使农田失灌或冲毁。

(二) 需按流量设计的侧沟、天沟、排水沟、

急流槽，其横断面应按1/25洪水频率的流量进行计算。沟顶应高出上述流量水位0.2米。

(三) 排除地面水建筑物（包括小于2%坡道上的侧沟）纵坡，一般不小于2%。平坦地带或反坡排水地段，仅在困难情况下，方可减少至1%。

(四) 侧沟、天沟、排水沟的横断面，除需要

按流量计算外，一般采用底部宽度为0.4米，深度为0.6米。干旱少雨地区或岩石路堑中，深度可减少至0.4米。位于反坡排水地段或小于2%坡道的路堑中，其分水点的侧沟深度可减少至0.2米。

侧沟靠线路一侧边坡，一般为1:1，外侧边坡与路堑边坡相同，但有侧沟平台时，外侧边坡亦为1:1。在砂性土中，两侧边坡均应不陡于1:1~1:1.5。天沟、排水沟的边坡，应视土质及边坡高度而定，一般土质为1:1~1:1.5。

(五) 隧道外路堑的水不宜流入隧道。当出洞方向路堑为上坡时，宜将洞外侧沟做成与线路坡度相反且一般不小于2%的坡度。短隧道如洞外路堑的水量较小，且含泥量少，不易淤积，在修建反向侧沟将增加大量土石方等困难条件下，路堑的水可经隧道流出，但应验算隧道水沟断面，不够时应予扩大，并在高端洞口设置沉淀井。

(六) 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：

- 1. 位于松软土层；
- 2. 流速较大，可能引起冲刷地段；
- 3. 易产生基床病害地段的侧沟；
- 4. 水田地区路堤高度小于0.5米地段的排水沟；

5. 有集中水流进入地段的天然沟、排水沟。

二、排除地下水的一般要求及规定

(一) 对路基有危害的地下水，应采用排除地下水建筑物予以截断、疏干、降低或引排至路基范围外。一般对地下水埋藏较浅或无固定含水层者，可采用明沟、排水槽（矩形槽沟）、渗水暗沟（渗沟）等措施。对地下水埋藏较深或为固定含水层者，可采用渗水隧洞、渗井、渗管和水平钻孔（平式排水钻孔）等措施。

(二) 渗水暗沟的纵坡，一般不小于5%，在困难条件下，可减少至2%，但必须加强其他防淤措施。

(三) 渗水暗沟、渗水隧洞的反滤层，应视坑壁土质和排水层材料确定层数和颗粒级配比例。砂石料颗粒小于0.15毫米的含量不应大于5%。

(四) 渗水暗沟、渗水隧洞的检查井位置，应视水文地质条件，施工和维修的便利而定。一般渗水暗沟每隔30~50米，渗水隧洞每隔约120米设置。但在平面转折和纵坡由陡变缓处均应设置。

兼起渗井作用的检查井的井壁，应设置反滤层。深度大于20米的检查井，除设置检查梯外，尚应注意增设安全设备。

第六节 取土坑和弃土堆的一般规定

一、取土坑的位置及一般规定

路堤取土，应根据路堤取土的需要数量，考虑路基排水、改地造田和农田灌溉的要求，结合施工方法，附近地形，土质情况，选用挖槽宽取，坡地取平和取土坑等方法。若无上述要求，取土坑可深挖窄取，少占农田。

兼作排水的取土坑，其深度应与桥涵进出口标高配合。当出口通向沟谷陡坡时，应适当加固。取土坑的坑底应保持平顺，其纵向坡度一般不得小于2%，在平坦地带允许用较缓的坡度，但不得小于1%。取土坑的坑底宽度在10米以内时，其横向坡可做成由路基向外侧的2~4%的下坡；如坑底宽度大于10米，则可做成两侧向中间的2~4%的下坡。

取土坑的边坡视土质情况而定，一般情况下，

靠路基一侧为1:1.5，另一侧为1:1。

二、弃土堆的位置及一般规定

弃土堆内侧坡脚至堑顶距离随土质条件和边坡高度而定，一般为2~5米。

弃土堆的边坡不应陡于1:1.5，其高度一般不超过3米。弃土堆顶应有向外的横向坡，其坡度不小于2%。

弃土堆置于山坡上侧时，应连续堆积，并应保证弃土堆本身及路堑边坡的稳定；如置于山坡下侧时，应间断堆积，每隔50~100米留1米以上的间隔，保证弃土堆内侧的地面水能顺利排出。沿河弃土时不得阻塞河流，挤压桥孔和造成河岸冲刷。

结合农业的需要，弃土堆可选择在低洼处，在不影响排水的情况下可将弃土摊开以利改地造田。

第七节 标准路基横断面图示例

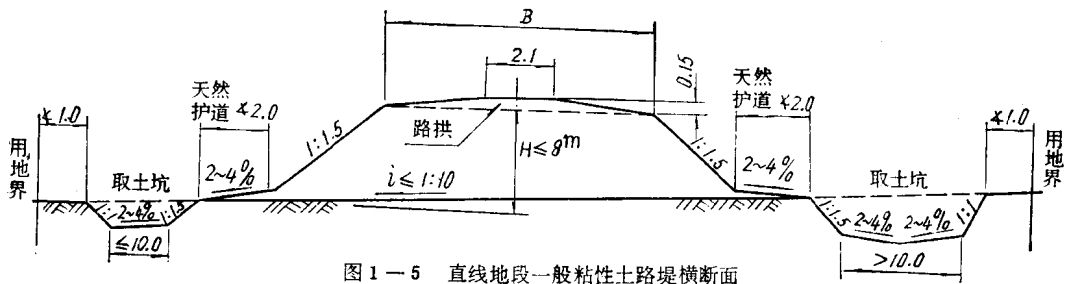


图 1-5 直线地段一般粘性土路堤横断面

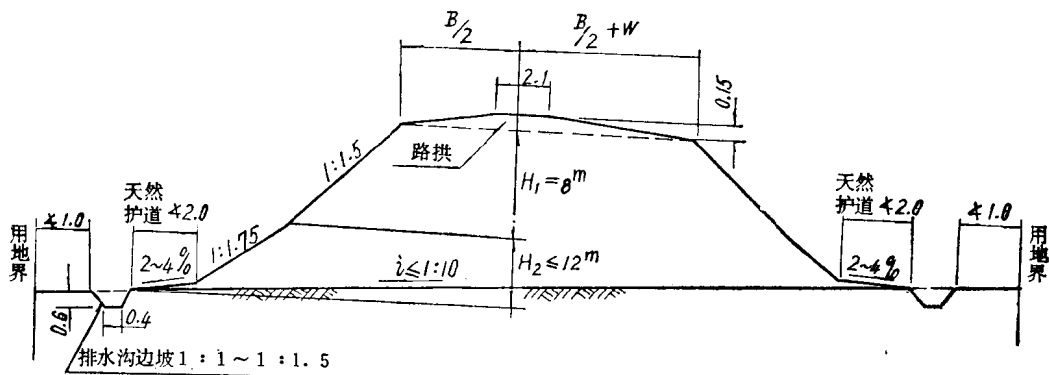


图 1—6 曲线地段一般粘性土路堤横断面

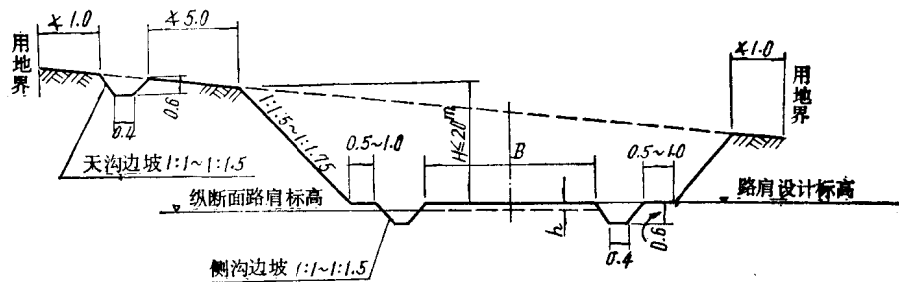


图 1—7 直线地段粗、中砂路堤横断面

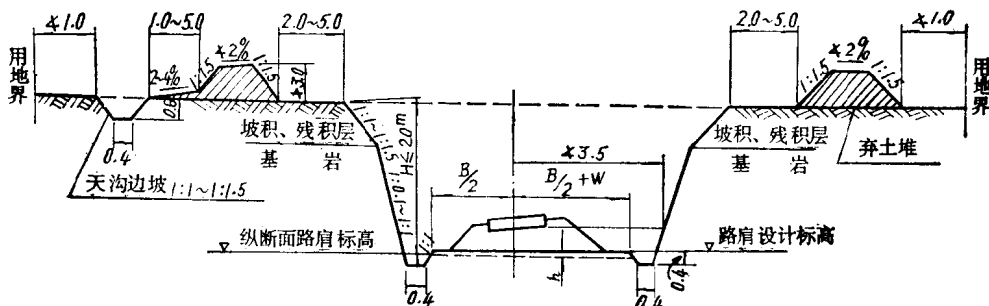


图 1—8 曲线地段岩石路堤横断面

第八节 路基承受轨道和列车荷载计算

路基面承受轨道静载和列车竖向活载两种主要荷重。轨道静载根据采用的轨道类型及其道床的标准形式尺寸进行计算。列车竖向活载一律采用中华

人民共和国铁路标准活载，即“中—活载”。标准活载的计算图式见图 1—9。

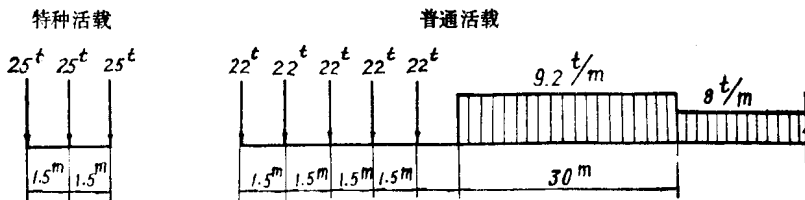


图 1—9 “中—活载”计算图式

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。进行路基及其加固建筑物的力学检算时，系将路基面上的轨道静载和列车竖向

活载一起换算成与路基土体容重相同的矩形土体，这个土体作用于路基面上的分布宽度和高度尺寸，见表1—5。

各级铁路轨道和活载换算高度及分布宽度

表 1-5

铁路等级	I、I						II									
	次重型			中 型			中 型			轻 型						
设计轴重 (t)	22			22			22			22						
钢 轨 (kg/m)	50			43			43			38						
轨 枕 (根/公里)	1760			1760			1760			1600						
路基宽度 (m)	6.7	5.8	6.7	6.5	5.8	5.6	6.4	5.2	5.4	5.2	5.7	5.6	4.9			
道床厚度 (m)	0.45	0.30	0.45	0.40	0.30	0.25	0.45	0.40	0.3	0.25	0.4	0.35	0.25			
分布宽度 (m)	3.5	3.1	3.5	3.4	3.1	3.0	3.5	3.4	3.1	3.0	3.4	3.3	3.0			
填料容重 (t/m ³)	1.7	1.8	1.9	1.7	1.7	1.8	1.9	1.7	1.7	1.8	1.9	1.7	1.7	1.8	1.9	
换算高度 (m)	3.4	3.3	3.1	3.4	3.4	3.3	3.1	3.3	3.1	3.4	3.4	3.3	3.1	3.3	3.3	3.1
换算强度 (t/m ²)	5.67	5.88	5.67	5.69	5.88	5.93	5.67	5.70	5.88	5.93	5.60	5.63	5.87			

注：① 表中换算高度，系按铺设钢筋混凝土轨枕计算。铺设木枕的线路，其换算高度减少0.1米，分布宽度不变。

- ② 填料容重：一般粘性土， $\gamma=1.7t/m^3$
 砂 土， $\gamma=1.8t/m^3$
 碎石类土及岩石块， $\gamma=1.9t/m^3$

第二章 路 堤

第一节 概 述

一、基本概念

路堤是用土或石填筑的具有一定密实度的道路建筑物，其填料和压实密度可以进行人为控制，因而路堤土体的强度是比较容易掌握的。路堤应修筑在较稳固和较干燥的基底上，不符合此要求的不良基底，必须加以适当处理。经过正确设计和正确施工的路堤，应在温度和湿度等有季节性变化的任何自然环境条件下，均能保持有足够的强度和稳定性。

为了编制概算或预算的需要，路堤按填料性质、施工方法和预算定额的不同，一般分为填土和填石两大类。用一般粘性土、沙类土、碎石（卵石）类土等填筑者属于填土路堤；用不易风化的硬质岩石块填筑者属于填石路堤；但用容易风化崩解的软质岩石块填筑者，由于这种填料不久将风化成

土或沙，设计时可按填土路堤考虑。

二、勘测调查要点

(一) 沿线的地形、地貌和地质情况，并着重了解附近路堑、隧道和附属工程的弃方可否利用，不足的填料宜从何处取用。

(二) 沿线可用的填料种类及其物理力学性质。

(三) 沿线各路堤地段的基底地质情况；地面水和地下水的活动有无影响，哪些地段的基底不需处理，哪些地段的基底需要处理和宜用何种方法进行处理。

(四) 对于要做个别设计的路堤地段，更应较详细地调查当地的地形、地质、水文和基底地层情况，可用填料的性质及其来源，以及所需的防护加固材料等。

第二节 一般原则

一、设计标准

(一) 铁路工程技术规范中的基本规定

1. 区间直线上路堤按铁路等级、轨道类型和填料性质的不同采用不同的路基面宽度；曲线上路基外侧按不同的曲线半径范围采用不同的加宽值；路基面形状按填料性质的不同采用有路拱的或无路拱的。

2. 路堤边坡坡度根据填料种类和边坡高度，按规范中的规定办理，（规范中所确定的边坡形式及边坡坡度是以多年来筑路实践经验和大量检算资料为依据，证明其稳定性是可靠的，故可以直接使用。）规范中表列边坡高度范围内的路堤通称为“一般路堤”。

3. 路堤上层基床部分（路基面以下1.2米以内）及其下层的填筑方法和密实度均须进行控制，要求达到一定的标准，以保证路堤的强度。其中填土的最佳含水量和最佳密度宜通过试验取得，表2-1所列数值可供参考。

注：上述1~3项各种标准和规定的细节详见本手册第一章。

填料土的最佳含水量和最佳密度表 表 2-1

土 的 种 类	最佳含水量 (%)	最佳密度 (克/厘米 ³)
1. 沙 土	8~12	1.80~1.88
2. 粉 土	16~22	1.61~1.80
3. 粘 沙 土	9~15	1.85~2.08
4. 沙 粘 土	12~15	1.85~1.95
5. 重沙粘土	16~20	1.67~1.79
6. 粉质沙粘土	18~21	1.65~1.74
7. 粘 土	19~23	1.58~1.70

(二) 用性质不同的两类填料填筑路堤时，不得混杂在一起填筑，而应采用下列方法。

1. 上层填渗水土，下层填非渗水土；非渗水土层表面应做成从中心向两侧不小于4%的泄水横坡，如图2-1及2-2。

2. 上层填非渗水土，下层填渗水土，两层接