



高等职业教育高速铁路规划教材


GAODENG ZHIYE JIAOYU GAOSU TIELU GUIHUA JIAOCAI

高速铁路

GAOSU TIELU
LUJI SHIGONG YU WEIHU

路基施工与维护 (第2版)

主编 ○ 王琰琳

 西南交通大学出版社



高等职业教育高速铁路规划教材

高速铁路路基施工与维护

(第2版)

王瑗琳 主 编

李文英 副主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

高速铁路路基施工与维护 / 王瑗琳主编. —2 版.
—成都: 西南交通大学出版社, 2017. 2
高等职业教育高速铁路规划教材
ISBN 978-7-5643-5295-0

I. ①高… II. ①王… III. ①高速铁路—铁路路基—
工程施工—高等职业教育—教材②高速铁路—铁路路基—
铁路养护—高等职业教育—教材 IV. ①U213.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 033993 号

高等职业教育高速铁路规划教材
高速铁路路基施工与维护
(第 2 版)
王瑗琳 主编

责任编辑	曾荣兵
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm×260 mm
印 张	21
字 数	487 千
版 次	2017 年 2 月第 2 版
印 次	2017 年 2 月第 6 次
书 号	ISBN 978-7-5643-5295-0
定 价	45.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

第一版前言

高速铁路是集当今世界先进科学技术、制造工艺、运营管理和市场营销为一体的系统工程，以其快速、可靠、舒适、经济及其与环境的良好兼容等性能，成为与其他运输方式竞争中取胜的前提。由于具有明显的经济效益和社会效益，世界上许多国家和地区纷纷兴建、改建或计划修建高速铁路。我国高速铁路的建设也进入了全面发展、快速建设新阶段。《中国铁路中长期发展规划》中的“四纵四横”高速铁路网以及环渤海、长三角和珠三角地区 3 个城际快速客运系统中的部分线路已于 2005 年陆续开工建设，计划于 2020 年全面建成。

高速铁路的快速、大量建设，激发了行业对高速铁路建设、运营、维护、管理专业技术人才的需求。高速铁路工程及维护技术专业和相近专业已经在高职院校开办，编制一套满足高速铁路工程专业人才培养需要的教材已迫在眉睫。

列车的高速、安全、平稳运行，离不开线路的稳定性和高平顺性。路基作为铁路线路工程中轨道铺设的基础，必须以强度高、刚性大、稳定性和耐久性好、不易变形等优良特性保证列车的正常运行。由于高速铁路对路基有更严格的要求，使得高速铁路路基在设计、施工、检测等方面必须比普通铁路有较大的改善和提高。本书编写组针对高速铁路路基施工及维护的特点，借鉴国外经验，吸收国内高速铁路路基建设过程中应用的新工艺、新方法，从施工管理、质量检测和维修等几方面，按照基于工作过程的思路开发、编写了本书。本书内容的选取力争具备全面性、系统性、实用性和先进性，内容的组织力求符合高职学生的认知规律。

本书由武汉铁路职业技术学院王瑗琳担任主编，由天津铁道职业技术学院李文英担任副主编。编写分工如下：项目 1 和项目 2 由李文英编写；项目 3 至项目 8 由王瑗琳编写；项目 9 由崔春霞编写。

本书在编写过程中，得到了铁三院、铁四院、中铁十一局、武汉铁路局有关专家的大力支持和帮助，并参考、借鉴了相关文献，在此一并表示衷心的感谢和敬意。

由于编者水平有限，且编写时间仓促，教材中难免存在疏漏、不妥之处，诚恳希望各位师生和其他读者批评指正。

编者

2010 年 4 月

第二版前言

《高速铁路路基施工及维护》教材第一版于 2010 年 4 月完稿,2010 年 8 月正式出版。编者于 2016 年初筹备对教材进行修订,并广泛征求了教材使用院校教师及学生的意见。修订的原因:第一,2011 年 4 月正式发布了《高速铁路路基工程施工质量验收标准》《高速铁路路基工程施工技术指南》,取代了 2005 年发布的客运专线铁路系列标准和指南,教材中采用的内容也需相应更新;第二,部分任务需要相应理论知识,故将理论知识与具体应用结合起来;第三,高速铁路开通至今已有七年多时间,已经有一些高速铁路路基维修的经验和典型案例,有必要把路基维护的内容增补进来。

第二版教材在修订过程中继续沿用在第一版教材中贯彻的理念,以能力培养为目标,以项目为导向,以工作任务为载体,体现工学结合的特色,同时注重培养学生在实际中应用所学知识的能力,增加了任务拓展内容。

主要修订内容如下:

第一,按照现行规范和标准更新了教材中的相关内容;

第二,增加了部分理论分析、设计、验算等内容;

第三,增加了路基常见病害及维护内容。

本书第二版由武汉铁路职业技术学院王瑗琳担任主编,由天津铁道职业技术学院李文英担任副主编。编写分工如下:项目 1 和项目 2 由李文英编写;项目 3 和项目 4 由王瑗琳编写;项目 5 和项目 10 由磨巧梅编写;项目 6 和项目 7 由李永贵编写;项目 8 和项目 9 由崔春霞编写。

在本书的编写过程中,得到了中铁工程设计咨询集团有限公司崔俊杰专家的大力支持和帮助,武汉铁路职业技术学院学生方光辉、李承函参与了文字处理工作,同时参考、借鉴了相关文献,在此一并表示衷心的感谢和敬意。

由于编者水平有限,且编写时间仓促,教材中难免存在疏漏、不妥之处,诚恳希望各位师生和其他读者批评指正。

编者

2016 年 7 月

目 录

项目 1 路基构造认识

- 任务 1-1 路基横断面构造认识
- 任务 1-2 路基面形状和宽度确定

项目 2 高速铁路路基基底加固

- 任务 2-1 软土地区基底加固
- 任务 2-2 膨胀土地区基底加固
- 任务 2-3 黄土地地区基底加固
- 任务 2-4 杂填土地区基底加固

项目 3 高速铁路路堤施工及维护

- 任务 3-1 基床以下路堤施工
- 任务 3-2 路堤基床施工

项目 4 高速铁路路堑施工及维护

- 任务 4-1 土质路堑施工
- 任务 4-2 石质路堑施工

项目 5 高速铁路路基排水设备施工及维护

- 任务 5-1 路基地面排水设备施工及维护
- 任务 5-2 路基地下排水设备施工及养护

项目 6 高速铁路路基防护设备施工及维护

- 任务 6-1 路基防护设备施工

项目 7 路基加固设备施工及维护

- 任务 7-1 挡土墙施工及维护
- 任务 7-2 预应力锚索施工
- 任务 7-3 抗滑桩施工

项目 8 高速铁路路基过渡段施工

- 任务 8-1 路桥过渡段施工
- 任务 8-2 路基与其他结构物过渡段施工

项目 9 高速铁路路基施工质量检测

- 任务 9-1 路基密实度检测

任务 9-2 地基系数测试

任务 9-3 二次变形模量测试

任务 9-4 动态变形模量测试

任务 9-5 地基承载力测试

项目 10 路基常见病害及维护

任务 10-1 路基常见病害的识别

任务 10-2 病害的预防与整治

任务 10-3 高速铁路路基维修案例

参考文献

项目 1 路基构造认识

项目描述：

高速铁路列车运行速度快、技术标准高、对路基的要求严格，尤其是高速铁路的线路结构，已突破了传统的轨道-道床-土路基这种结构形式，既有有砟轨道也有无砟轨道。对于有砟轨道，在道床和土路基之间，抛弃了将道砟层直接放在土路基上的结构形式，做成了多层结构系统。高速铁路路基与普通铁路路基的本质区别在于强化基床表层结构，提高和完善压实标准。因此，高速铁路路基必须以土工结构来看待。

学习目标：

知识：

掌握高速铁路路基的横断面形式及构造组成；

掌握高速铁路路基各组成部分的标准；

掌握高速铁路路基横断面宽度的确定方法；

掌握高速铁路标准路基横断面图式。

技能：

能够熟练掌握不同形式的路基横断面各部分构造及要求；

能够根据不同地形、地质条件选择合适的路基横断面形式；

能够阅读路基设计图纸，从中读出各部分构造尺寸，并能够在施工过程中正确控制路基的外观尺寸。

素质：

具有执行路基标准的能力；

具有拓展学习的能力；

养成吃苦耐劳、严谨求实的工作作风；

具备一定的协调、组织管理能力。

任务 1-1 路基横断面构造认识

1-1-1 任务目标

- (1) 能够熟练掌握不同形式的路基横断面各部分构造及要求；
- (2) 能够根据设计要求，在施工过程中正确控制高速铁路路基的外观尺寸。

1-1-2 相关知识

1. 路基横断面形式

垂直于线路中心线的路基截面为路基横断面，在铁路线路工程中，路基横断面有路堤、路堑、半路堤、半路堑、半路堤半路堑、不填不挖路基等，如图 1-1 所示。

1) 路堤 (Embankment)

当铺设轨道的路基面高于天然地面时，路基以填筑方式构成，这种路基称为路堤，如图 1-1 (a) 所示。

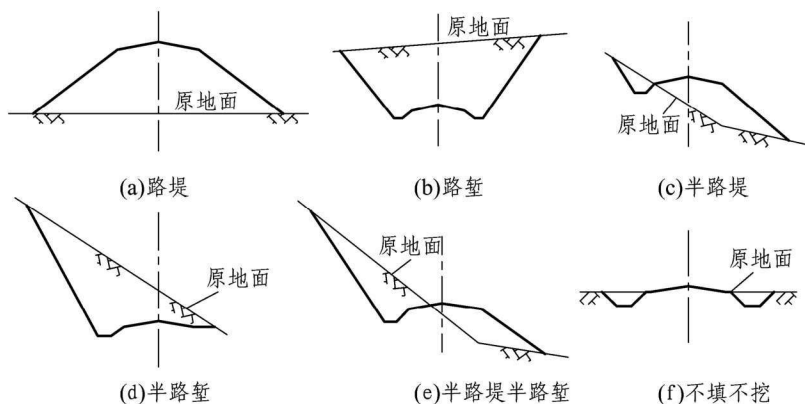


图 1-1 路基横断面形式

2) 路堑 (Cutting)

当铺设轨道的路基面低于天然地面时，路基以开挖方式构成，这种路基为路堑，如图 1-1 (b) 所示。

3) 半路堤 (Part-fill Section)

当天然地面横向倾斜，路堤的路基面边线和天然地面相交时，路堤体在地面和路基面相交线以上部分无填筑工程量，这种路堤称为半路堤，如图 1-1 (c) 所示。

4) 半路堑 (Part-cut)

当天然地面横向倾斜，路堑路基面的一侧无开挖工作量时，这种路基称为半路堑，

如图 1-1 (d) 所示。

5) 半路堤半路堑 (Part-cut Part-fiu Section)

当天然地面横向倾斜，路基一部分以填筑方式构成而另一部分以开挖方式构成时，这种路基称为半路堤半路堑，如图 1-1 (e) 所示。

6) 不填不挖路基 (Zero Grade Subgrade)

当路基的路基面与经过清理后的天然地基面平齐，路基无填挖土方时，这种路基称为不填不挖路基，如图 1-1 (f) 所示。

2. 路基横断面基本构造

1) 路基本体

在各种路基形式中，为了能按线路设计要求铺设轨道或路面而构筑的部分，称为路基本体。在路基横断面中，路基本体由路基顶面、路肩、基床、边坡、基底几部分构成，普通路基横断面及路基本体如图 1-2 所示，高速铁路路基本体如图 1-3 所示。

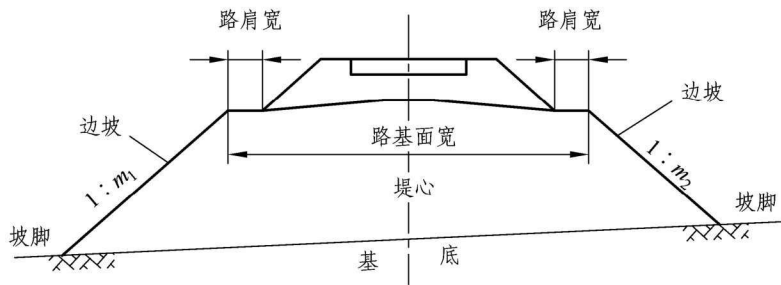


图 1-2 普通铁路路基（路堤）本体示意图

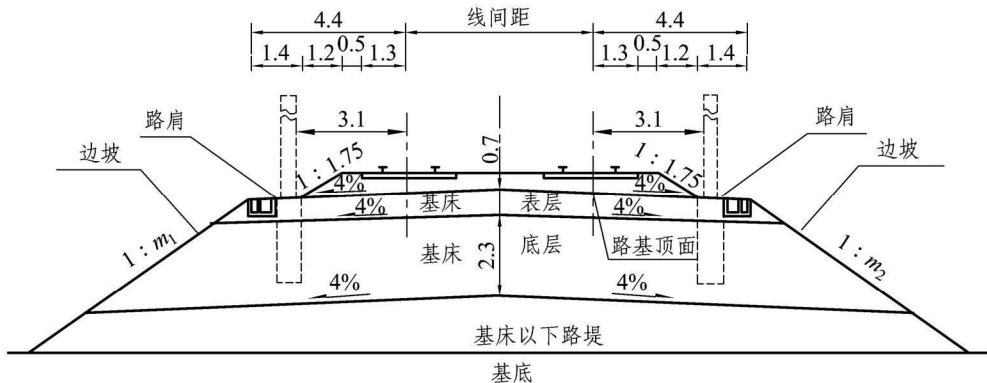


图 1-3 高速铁路有砟轨道双线路基本体（路堤标准横断面）示意图

(1) 路基顶面 (Subgrade Surface)。

能直接在其上面铺设轨道及路肩组成的部分，称为路基顶面，或简称路基面。在路堤中，路基顶面即为路堤堤身的顶面，也称路堤顶面；在路堑中，路基顶面即为堑体开挖后形成的构造面。

(2) 路肩 (Shoulder of Subgrade)。

铁路路基顶面中，道床覆盖以外的部分称为路肩。其作用是保护路堤受力的堤心部分，防止有砟轨道的道砟掉落，保持路基面的横向排水，供养护维修人员作业行走避车，放置养护机具，防洪抢险临时堆放砂石料，埋设各种标志、通信信号、电力与给水设备等。因此，路肩必须考虑施工误差、高路堤的沉落与自然剥蚀等因素，保持必要的宽度。在线路设计中，路基的设计标高以路肩边缘的标高表示，称为路肩标高。

(3) 基床 (Subgrade Bed)。

铁路路基面以下受到列车动荷载作用和受水文、气候四季变化影响的深度范围称为基床。其状态直接影响到列车运行的平稳和速度的提高，设计时应严格执行《高速铁路设计规范》(TB 10621—2014)对基床厚度、填料及其压实度、排水等的规定。基床由基床表层和基床底层两部分组成，如图 1-3 所示。

① 基床的作用。

基床的作用体现在两方面：一是满足基床的强度要求；二是满足基床对变形的控制要求。

a. 基床的强度作用如下：

- 应有足够的强度以抵抗列车荷载产生的动应力而不致破坏；
- 能够抵抗道砟压入基床填料层中，防止道砟陷槽等病害的形成；
- 在路基填筑阶段能承受重型施工车辆走行而不形成印坑，以免留下隐患。

b. 基床应具有较强的抗变形能力，因此应满足以下要求：

- 在列车荷载的重复作用下，塑性累积变形很小，避免形成过大的不均匀下沉造成轨道的不平顺，为此增加了养护维修的难度；
- 在列车高速行驶时，基床的弹性变形应满足高速走行的安全性和舒适性的要求，同时还能保障道床稳固；
- 必须具有良好的排水性和一定的防渗功能（渗透系数约为 10^{-4} cm/s），能够防止雨水浸入造成路基土软化，防止翻浆冒泥等病害的发生；
- 在可能发生冻害的地区，还应具有防冻等特殊要求。

② 基床的结构。

一般情况下，高速铁路路基基床是由基床表层和基床底层组成的两层结构。

有的国家针对填料、气候、无砟轨道等不同线路情况，将基床表层细分成两层或多层结构，每层使用不同的材料或结构。最典型的是德国无砟轨道的线路结构，其由钢筋混凝土道床板、混凝土支承层、级配碎石、填土等构成。日本在基床表层的表面铺设一层 5 cm 厚的沥青混凝土，德国在有砟线路基床表层加设一层混凝土板。

基床表层是路基直接承受荷载的部分，又常被称为路基的承载层或持力层。因此，基床表层是路基设计中最重要的重要组成部分，是轨道的直接基础。基床表层的作用大致有以下几点：

- a. 增加线路强度，使路基更加坚固、稳定，并具有一定的刚度，使得列车通过时的弹性变形控制在一定范围之内；
- b. 扩散作用在基床底层顶面上的动应力，使其不超过基床底层填料的临界动应力；
- c. 防止道砟压入基床及基床土进入道砟层；
- d. 防止雨水浸入基床使基床土软化而发生翻浆冒泥等基床病害，并保证基床肩部表

面不被雨水冲刷；

e. 防冻等。

基床表层厚度的确定依据两个原则：一是变形控制，二是强度控制。综合这两个原则，有砟轨道基床表层厚度应为 0.7 m；无砟轨道基床表层厚度为 0.4 m，与无砟轨道的混凝土支承层或混凝土底座的总厚度不应小于 0.7 m。基床底层厚度为 2.3 m。为有利于自然降水的排出，基床表层和基床底层顶面都应设置 4%的横坡。

(4) 边坡 (Side Slope)。

路基横断面两侧的边线称为路基边坡。边坡与路基顶面的交点称为顶肩。边坡与地面的交点，在路堤中称为坡脚，在路堑中称为路堑顶边缘。路堤的边坡高度为路肩标高与坡脚标高之差。路堑的边坡高度为堑顶边缘标高与路肩标高之差。

(5) 基底 (Ground)。

基底即路堤的地基，也就是路堤填筑的天然地面以下受填土自重以及轨道、列车动载影响的土体部分。基底部分土体的稳固状态，对整个路基本体以至轨道的稳定性都是极为关键的，特别是在软弱土的基底上修建路堤，必须对基底作妥善处理，以免危及行车安全与铁路线的正常运营。

2) 路基附属设施

路基附属设施是路基的组成部分，是为确保路基体结构的稳固性而采用的必要的经济合理的附属工程措施，包括排水设施、防护设施和加固设施三大类。

路基的排水设施分为地面排水设施和地下排水设施。地面排水设施用以拦截地面径流，汇集路基范围内的雨水并使其畅通地流向天然排水沟谷，以防止地面水对路基的侵蚀、冲刷而影响其良好状态。地下排水设施用以拦截、疏导地下水和降低地下水位，以改善地基土和路基边坡的工作条件，防止和避免地下水对地基和路基本体的有害影响。

路基防护设施用以防止和削弱风霜雨雪及流水冲刷等各种自然因素对路基本体造成的直接和间接的有害影响。路基防护设施的种类很多，类型各异。常用的防护设施是坡面防护和冲刷防护。为了防止路基边坡和坡脚受到坡面雨水的冲刷，防止日晒雨淋引起的干湿循环，防止温度变化引起土的冻融变化等因素影响边坡的稳固，常采用坡面防护。为了防止河水对边坡、坡脚或坡脚处地基不断的冲刷和淘刷，应设冲刷防护，防护位置和所采用的类型视水流运动规律及防护要求而定。特殊条件下的路基防护类型更多，例如在多年冻土地区，为防止冻融对线路本体的影响，应采用各种保温措施；在泥石流地区，为防止泥石流对路基本体的威胁，应设置多种拦蓄与疏导工程；在风沙地区，为防止路基本体砂蚀和被掩埋，常采用各种防沙、固沙设施。

路基加固设施是用以加固路基本体或地基的工程设施，在路基工程中，有护堤、挡土墙、支垛、抗滑桩及其他地基加固措施等。路基加固设施是提高路基稳定的一种有效措施。

另外对高速铁路路基而言，路基附属物还包括综合地线、电缆沟槽、接触网立柱基础、声障屏基础等部分。

1-1-3 任务拓展

《高速铁路设计规范》(TB 10621—2014)规定将高速铁路路基作为结构物看待,主要从以下两方面理解:

(1) 主要指路基上下的混凝土构造物:

① 防护与加固工程中的坡面防护及冲刷防护设施,如混凝土防护边坡、挡墙及相关绿化工程等;

② 排水工程,如混凝土边坡排水(急流槽)、涵洞、通道、边沟、截水沟等。

(2) 高速铁路路基对强度及变形要求非常严格,因此,在路基填料选择和路基施工工艺上都要求将路基看成与桥、隧一样的结构物对待。

任务 1-2 路基面形状和宽度确定

1-2-1 任务目标

(1) 能够根据不同地形、地质条件选择合适的路基横断面形式;

(2) 能够正确阅读路基设计图纸,从中读出各部分构造尺寸,并能够独立完成施工过程中的路基外观尺寸控制。

1-2-2 相关知识

高速铁路路基面形状应为三角形,并设计为由路基面中心向两侧呈4%的横向排水坡。曲线加宽时,仍应保持路基面为三角形。

1. 线间距

高速列车运行时会产生列车风,相邻线路的高速列车相向运行所产生的空气压力冲击波易震碎车窗玻璃,使旅客感到不适,甚至影响列车运行的平稳性,故高速线路的线间距较普通铁路有所增大。其大小取决于机车车辆幅宽、轨距、高速列车运行速度以及考虑将来铺设渡线、道岔等因素。

日本东海道新干线的设计列车最高速度为220 km/h,考虑到高速列车相向运行产生的风压和列车本身的安全等情况,确定车侧间距为0.8 m,线间距为车辆幅宽3.4 m加0.8 m的车侧安全距离,计4.2 m(见表1-1),但之后续建的山阳、东北、上越、北陆等新干线的列车最高设计速度为260 km/h,线间距则均采用4.3 m;法国东南线(巴黎至里昂)的列车最高速度为270 km/h,试验资料表明,线间距为4.0 m即可满足要求,但考虑到将来铺设渡线的需要,线间距采用4.2 m。我国京沪高速铁路线间距根据所采用机车车辆类型、运行速度等因素线间距确定为5.0 m。

表 1-1 国外高速铁路轨道及路基面宽度

国 家	日 本					法 国		德 国		意大利
项 目	东海道	山阳	东北	上越	北陆	东南	大西洋	曼海姆— 斯图加特	汉诺威— 维尔茨堡	罗马— 佛罗伦萨
最高设计速度/ (km/h)	220	260	260	260	260	300	300	250	250	120 (货) 250 (客)
最高运行速度/ (km/h)	210	230	240	240	260	270	300	250	250	250
轨 道	有砟 54%	有砟 12% 板式 50%	有砟 5% 板式 90%	有砟 1% 板式 95%	板式	有砟	有砟	有砟	有砟	有砟
钢轨/ (kg/m)	52~60	60	60	60	60	UIC60		UIC60		UIC60
轨 枕	长 2.4 m 混凝土枕, 1 700 根/km					长 2.3 m 双块 式混凝土枕, 1 667 根/km		长 2.6 m 混凝土枕, 1 667 根/km		长 2.6 m 混凝土枕
道 床	枕下 30 cm					枕下 35 cm		枕下 30 cm		枕下 35 cm
线间距/m	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.7	4.7	4.0
路基面 宽度/m	10.7	11.60				13.00	13.60	13.50~ 13.70	13.50~ 13.70	11.00, 新 建线增至 13.00
路肩宽 度/m	一侧 0.5 另侧 1.0	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	SES 马 道外 0.9	1.3	1.3	安全界限 基柱外 1.0

2. 路肩宽度

路肩虽不直接承受列车荷载作用,但对保证路基受力部分的稳固十分重要。路肩宽度选择应同时满足铺设接触网支柱、安放通信信号设备、埋设必要的线路标志、通行养路机械等要求。路肩宽度取决于以下几个因素:

(1) 路基稳定的需要,特别是浸水后路堤边坡的稳定性。根据日本、德国的经验,在雨量大的地区,加大路肩宽度对于保证线路畅通具有重要作用。路堤浸水后,边坡部分的土会软化,在自重与列车荷载产生的振动加速度的共同作用下,容易造成边坡浅层滑坍。路肩较宽时,即使发生浅层坍滑,也不会影响路堤承载部分的稳定性,从而不会对列车的正常通行造成影响。此外,路肩部分还需考虑电杆、电缆槽的埋设位置,路堑地段则需考虑为边坡剥落物留有空地,在开挖排水沟时不影响边坡的稳定。

(2) 满足养护维修的需要。高速铁路虽说是高标准、高质量的线路,但小型、紧急补修还是不可避免的,因此仍需考虑线路维修时搁置或推行小型养路机械所需的位置。

(3) 保证行人的安全，满足安全退避距离的要求。高速铁路线路虽然是全封闭的，运行期间人员不能进入线路范围，但世界各国依然考虑了行人的安全问题，并做过不少试验。日本的试验结果认为，列车长度为 350 m，列车运行速度为 250 km/h 时，作业人员能够接受安全待避的列车风速为 17 m/s，以此要求风压限界定为车辆边侧以外 0.8 m (车辆幅宽为 3.4 m)，距车体 0.8 m 是安全的。法国测得速度为 350 km/h 时，离线路中心 2.4 m 是安全的；如果车体宽 2.8 m，则距车体 1.0 m 是安全的。德国在线路设计规范中把距离线路中心 3.5 m 以外作为安全区，如车体宽 3.0 m，则需距车体 2.0 m。德国把这一距离作为路肩的起点，在这以外 0.8 m 为路肩部分。苏联对站台上旅客安全距离和相向运行高速列车安全范围的实测试验资料表明，当列车速度达 200 km/h 及以上时，人处在距站台边缘 1.2 m 处，气浪的侵袭会危及人身安全。在用 3P200 型电动车组进行的 200 km/h 的试验中，测量了站台上的压力随离站台边缘距离的变化关系，规定气流对人体的最大压力不得大于 250 kPa，据此得出列车以 200 km/h 的速度通过时，人与站台边缘的安全距离约为 2.0 m。

(4) 为路堤压密与道床边坡坍塌留有余地。路堤在建成以后多多少少会发生一些沉降，特别是高路堤、软弱地基路堤处，即使施工质量很好也会有压密沉降。我国《高速铁路设计规范》(TB 10621—2014)中路肩宽度亦根据所采用的机车外形、车辆幅宽、列车长度、行车速度等，参考其他国家的资料并考虑了上述要求后，提出有砟轨道路堤、路堑的两侧路肩宽度，双线不应小于 1.4 m，单线不应小于 1.5 m。

3. 路基面宽度

1) 直线地段路基面宽度

高速铁路直线地段路基面宽度应不小于表 1-2 中的数值。

表 1-2 直线地段路基面标准宽度

轨道类型	设计最高速度/ (km/h)	双线线间距/m	路基面宽度/ m	
			单线	双线
无砟轨道	250	4.6	8.6	13.2
	300	4.8		13.4
	350	5.0		13.6
有砟轨道	250	4.6	8.8	13.4
	300	4.8		13.6
	350	5.0		13.8

2) 曲线地段路基面加宽值

有砟轨道正线，曲线地段路基面应加宽，加宽值应在曲线外侧按表 1-3 所列数值加宽。曲线加宽值应在缓和曲线内渐变。

表 1-3 有砟轨道曲线地段路基面加宽值

设计最高速度/ (km/h)	曲线半径 R/m	路基外侧加宽值/m
250	$R \geq 10\,000$	0.2
	$10\,000 > R \geq 7\,000$	0.3
	$7\,000 > R \geq 5\,000$	0.4
	$5\,000 > R \geq 4\,000$	0.5
	$R < 4\,000$	0.6
300	$R \geq 14\,000$	0.2
	$14\,000 > R \geq 9\,000$	0.3
	$9\,000 > R \geq 7\,000$	0.4
	$7\,000 > R \geq 5\,000$	0.5
	$R < 5\,000$	0.6
350	$R > 12\,000$	0.3
	$12\,000 \geq R > 9\,000$	0.4
	$9\,000 \geq R \geq 6\,000$	0.5
	$R < 6\,000$	0.6

4. 高速铁路路基边坡

路堤边坡坡度取决于填土的性质和所处的环境，如抗震、防洪等。根据我国目前积累的经验，只要地基稳定，填土碾压质量符合设计要求，按现行规范确定边坡坡度，则路基边坡是稳定的。

高速铁路路堤一般均采用了质量较好的填料，因此世界各国的边坡坡度基本上都相当接近。表 1-4 为部分国家高速铁路路堤边坡的有关规定。

表 1-4 部分国家的高速铁路路堤边坡坡度（单位：m）

国家或组织	填 料	堤高/m	边坡坡度
德国 (DS 836)	级配好的砂砾 GW, GI, GE, SI, SW	0~12	1 : 1.5
		0~12	1 : 1.7
	级配好的砂 SE	0~12	1 : 2.0
	粗细粒混合土 GU, GT, SU, ST	0~6	1 : 1.6
		6~9	1 : 1.8
		9~12	1 : 2.0

续表

国家或组织	填 料	堤高/m	边坡坡度
日 本			1 : 1.5~1 : 1.8
苏 联	黏土、粉土、潮湿地区及沙丘地带	< 6	1 : 1.75
		6~12	1 : 2.0
国际铁盟	可作为填料的土		1 : 1.5~1 : 2.0
	摩擦角大的填石		1 : 1.0~1 : 1.25

从表 1-4 中可以看出,路基边坡基本上在 1 : 1.5~1 : 2.0 之间,多数集中在 1 : 1.5~1 : 1.75。考虑到高速铁路运行的安全性,为进一步提高路基的安全储备,我国高速铁路路堤的边坡坡度采用表 1-5 的数值。

表 1-5 高速铁路路堤边坡坡度

填料种类	边坡高度/m	边坡坡度	附 注
细粒土	0~8	1 : 1.5	超过 12 m, 于 12 m 处设边坡平台, 平台宽 2.0 m, 平台以下边坡坡度为 1 : 2.0
	8~12	1 : 1.75	
碎石土、卵石土、粗粒土(细砂、粉砂、黏砂除外)	0~12	1 : 1.5	超过 20 m, 于 20 m 处设边坡平台, 平台宽 2.0 m, 平台以下边坡坡度为 1 : 2.0
	12~20	1 : 1.75	

路堑边坡形式和坡率可按照现行《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)等有关规定,根据地层的工程地质和水文地质条件、边坡高度、降雨和排水及气象条件等因素确定。

5. 高速铁路标准路基横断面图式

高速铁路路基的主要问题是路基动应力和动刚度问题,必须保证路基动应力和动刚度(动位移)满足列车安全、舒适运行的需要。

图 1-4~图 1-9 为高速铁路有砟轨道路基标准横断面图。

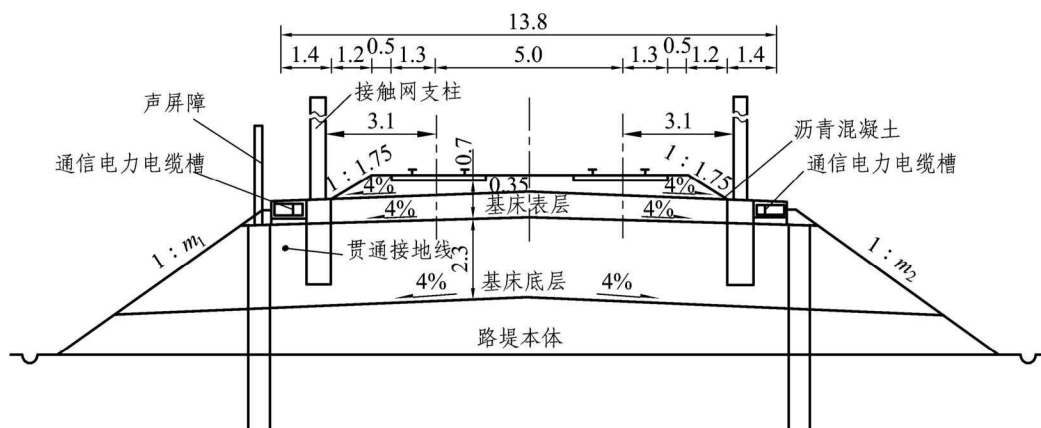


图 1-4 高速铁路有砟轨道双线路堤标准横断面图(单位:m)